

Tatiana Mosquera (Coordinadora)

Productos naturales

Investigación y perspectivas en Ecuador

Universidad Politécnica Salesiana





Productos naturales: investigación y perspectivas en Ecuador

Tatiana Mosquera (coord.)

MOSQUERA, T., ed. *Productos naturales*: investigación y perspectivas en Ecuador [online]. Quito: Editorial Abya-Yala, 2022, 215 p. ISBN: 978-9978-10-620-4. https://doi.org/10.7476/9789978108260.



Productos naturales

Investigación y perspectivas en Ecuador

Tatiana Mosquera
Coordinadora

Productos naturales

Investigación y perspectivas en Ecuador



2022

Productos naturales

Investigación y perspectivas en Ecuador

1era. Edición	© Universidad Politécnica Salesiana Av. Turuhuayco 3-69 y Calle Vieja Casilla: 2074 P.B.X.: (+593 7) 2050000 Fax: (+593 7) 4088958 e-mail: rpublicas@ups.edu.ec www.ups.edu.ec Cuenca-Ecuador
	CARRERA DE BIOTECNOLOGÍA Grupo de Investigación en Biotecnología Aplicada a los Recursos Naturales (BIOARN) Grupo de Investigación y Desarrollo en Ciencias Aplicadas a los Recursos Biológicos (GIDCARB)
ISBN impreso: ISBN digital:	978-9978-10-618-1 978-9978-10-620-4
Diseño, Diagramación e Impresión:	Editorial Abya-Yala Quito-Ecuador
Tiraje:	300 ejemplares

Impreso en Quito-Ecuador, febrero 2022

Publicación arbitrada por la Universidad Politécnica Salesiana



Índice

Presentación

Estimados lectores:

No cabe duda de la riqueza en biodiversidad con que Dios ha premiado a nuestra patria y a nuestro continente. Tampoco de que muchos de estos recursos no son aprovechados y, al contrario, se están perdiendo por el poco cuidado ambiental.

La encíclica ***Laudato Si*** nos recuerda la oración de San Francisco de Asís: "Alabado seas, mi Señor, por la hermana nuestra madre tierra, la cual nos sustenta y gobierna y produce diversos frutos con coloridas flores y hierba". (Francisco, 2022)

En la misma encíclica, se menciona que Benedicto 16 renovó la invitación a "eliminar las causas estructurales de las disfunciones de la economía mundial y corregir los modelos de crecimiento que parecen incapaces de garantizar el respeto del medio ambiente" (Francisco, 2022).

La Universidad Politécnica Salesiana, de acuerdo con su misión, es una institución de educación superior humanística y politécnica, de inspiración cristiana con carácter católico e índole salesiana. Está dirigida de manera preferencial a jóvenes de los sectores populares; busca formar "honrados ciudadanos y buenos cristianos", con capacidad académica e investigativa que contribuyan al desarrollo sostenible local y nacional.

Es, por tanto, el espacio en el que pueden confluir agricultores, productores, estudiantes e investigadores con sus sueños de conocimiento y emprendimiento y con un objetivo común; buscar la forma de lograr el éxito profesional, respetando a los seres humanos y el planeta.

La Universidad Salesiana apoya y propicia la investigación. En el año 2015 se formaron varios grupos de investigación a cargo de los docentes que habían obtenido su título de PhD, entre ellos, el grupo de Biotecnología Aplicada a los Recursos Naturales (BIOARN) y el Grupo de Investigación y Desarrollo de los Recursos Biológicos(GIDCARB). Trabajamos desde el

inicio en proyectos de investigación sobre evaluación de actividad biológica, identificación de especies a nivel molecular y aplicación biotecnológica en el campo agrícola, en el control de plagas y en el rescate de especies vegetales silvestres.

En el Ecuador, desde hace mucho tiempo, se hace investigación acerca de productos naturales, pero muchas veces de forma aislada y sin que se den a conocer estos trabajos. Esta obra recopila esos trabajos, y genera un precedente de una labor conjunta interinstitucional e internacional que permitirá grandes logros en el avance de la investigación en este campo.

PhD María Elena Maldonado
Coordinadora Grupo de Investigación BIOARN

Bibliografía

Francisco, P. (09 de 02 de 2022). *Laudato Si.* Obtenido de https://www.vatican.va/content/francesco/es/encyclicals/documents/papa-francesco_20150524_enciclica-laudato-si.html

Fitoquímica, actividad biológica y farmacológica de plantas medicinales del sur de Ecuador

Phytochemistry, biological and pharmacological activities of medicinal plants from South Ecuador

C. Armijos[1], *P. Vita Finzi*[2], *G. Gilardoni*[3], *G. Vidari*[4]

1 Chabaco Armijos Riofrio, Ph.D en Ecología Experimental y Geobotánica, Docente investigador, Universidad Técnica Particular de Loja, Ecuador, cparmijos@utpl.edu.ec

2 Paola Vita Finzi, Profesora de Química, Universidad de Pavia–27100 Pavia, Italia, paola.vitafinzi@unipv.it

3 Gianluca Gilardoni, Ph.D, Doctorado en Ciencias Químicas en la Universidad de Pavia-Italia, Docente investigador, Universidad Técnica Particular de Loja, Ecuador, ggilardoni@utpl.edu.ec

4 Giovanni Vidari, Profesor de Química, Universidad de Pavia-27100 Pavia, Italia, y visiting scientist at Medical Analysis Department, Faculty of Science, Tishk International University, Erbil 44001, Kurdistan Region-Iraq, vidari@unipv.it

Introducción

Las especies vegetales con potencial medicinal, junto con sus extractos son una fuente natural de compuestos biológicamente activos con propiedades terapéuticas que a lo largo del tiempo han sido utilizados por diversas poblaciones para el tratamiento de varios tipos de enfermedades. Lamentablemente muchas de esas plantas medicinales no han sido estudiadas científicamente y por lo tanto poco o nada valoradas desde el punto de vista de su aprovechamiento sustentable. En este capítulo se detalla el trabajo reportado en el cual se analiza de manera crítica los resultados más relevantes de investigaciones realizadas sobre la composición química, actividad biológica y farmacológica de varias plantas medicinales del sur de Ecuador como *Lepechinia mutica*, *Gynoxys verrucosa*, especies del género *Huperzia* y otras especies, que son fuente de principios activos con posible aplicación clínica o terapéutica como el carnosol, tricina, dehidroleucodina (DhL) entre otros, cumpliendo el objetivo de proporcionar datos con evidencia científica que permitan tomar decisiones sobre posibles formas de aprovechamiento sustentable de los recursos terapéuticos locales, con la finalidad de servir de apoyo para futuras investigaciones sobre la composición química y actividad farmacológica de plantas medicinales en Ecuador.

Las plantas medicinales son una parte fundamental del sistema de salud en los grupos étnicos del Ecuador [1]. Según un estudio etnobotánico realizado durante el año 2006, en las provincias de Loja y Zamora Chinchipe en el sur de Ecuador, existen 275 especies de plantas medicinales que se emplean por poblaciones locales para tratar 68 tipos de dolencias diferentes incluida la malaria, fiebre, infecciones estomacales, dolor de cabeza, afecciones del hígado, problemas renales, gripe, tos, refriados, inflamaciones, dolor de estómago, diabetes, alergias, entre otros [2]. De igual forma en el año 2001, Bejar y sus colaboradores [3], así como Bussman y Sharon en el 2006 [4], reportaron el uso en medicina tradicional de más de 200 especies de plantas medicinales en la provincia de Loja. Sin embargo, muchas de estas plantas usadas de forma empírica no cuentan con estudios químicos ni biológicos que permitan conocer y garantizar qué tipo de compuestos bioactivos producen una determinada acción terapéutica o si existen compuestos tóxicos que limiten su uso.

La región sur de Ecuador, en las que se encuentran las provincias de Loja y Zamora Chinchipe, tiene abundantes recursos vegetales y es considerada como una región de elevada biodiversidad [5]. Las poblaciones étnicas que coexisten en su territorio, Saraguro, Campesinos o Chazos, Mestizos y Shuar (Figura 1), han utilizado durante cientos de años su medicina tradicional para mantener su salud [6], [7].

De la provincia de Loja históricamente se han extraído y exportado a otros países plantas medicinales de gran importancia para la salud humana como la Quina (*Cinchona* spp.), usada para tratar la fiebre, la malaria, paludismo, dolor de estómago y combatir los hongos [2] y el Condurango (*Marsdenia condurango*), empleada tradicionalmente por sus propiedades sedantes y antineoplásicas para tratar problemas intestinales y cáncer [2], [8]. En los últimos años, en el campo de los aditivos para elaborar fitocosméticos, se ha extraído el aceite esencial (AE) de los frutos de Palo Santo (*Bursera graveolens*) que crece en el bosque seco de Zapotillo "Valle del palo santo" y ha sido exportado por la empresa Natura de Brasil para ser usado en la línea de perfumería Amor América. Por su gran biodiversidad la región sur de Ecuador es considerada como una fuente potencial de posibles medicamentos y aditivos naturales industriales que aún no se han investigado científicamente.

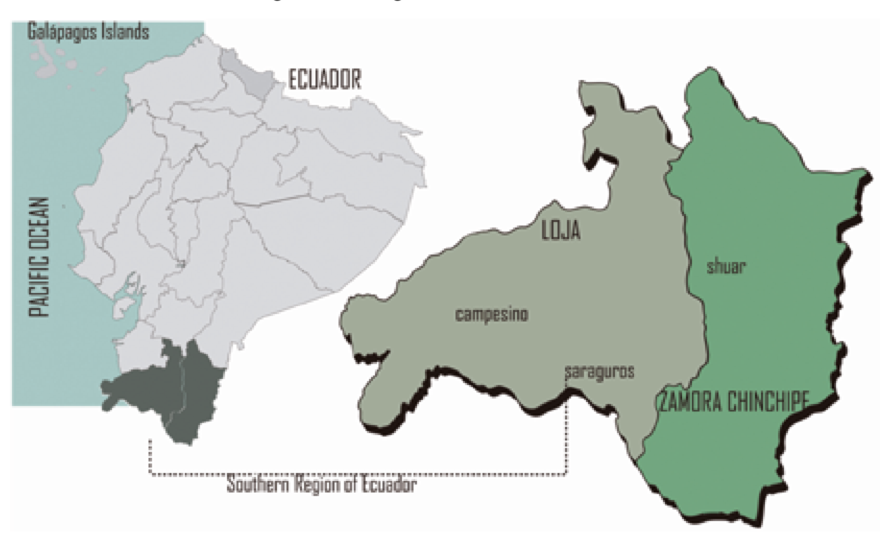
El objetivo del presente artículo es proporcionar información sobre los principales metabolitos secundarios aislados o identificados (carnosol, dehidroleucodina (DhL), tricina, selgina, alcaloides del tipo *Lycopodium*, triterpenos del tipo serratano, acorenona B, ácido ursólico (AU) y onoseriolide) en varias plantas y en la bebida tradicional "horchata lojana" (HL), que son usadas en medicina tradicional en el sur de Ecuador. Así mismo se presentan las evidencias que se han reportado en la literatura sobre su actividad biológica y farmacológica que permita considerarlos como recursos terapéuticos o biológicos promisorios para ser empleados como compuestos de base para la síntesis de nuevas moléculas (derivados o análogos), en ensayos clínicos o aplicaciones agroindustriales. En *stricto sensu*, tomando en cuenta las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud [9], el propósito del presente trabajo de revisión bibliográfica se enmarca en el descubrimiento de nuevos recursos terapéuticos naturales que se puedan utilizar con éxito en diferentes aplicaciones biomédicas o programas de salud.

En la actualidad la investigación y desarrollo de productos naturales a escala global se está extinguiendo tanto en la industria farmacéutica como en la academia, las limitaciones de ciertas moléculas al presentar una gran cantidad de heteroátomos y en otros casos la relativa poca cantidad del metabolito que se puede aislar de forma pura complican su estudio y en muchos de los casos no se han logrado obtener modelos de utilidad que permitan recuperar la inversión destinada a buscar nuevos fármacos. Estas limitaciones junto a otras como la disponibilidad del material, plantas en riesgo de extinción y la pérdida de conocimiento ancestral sobre recursos terapéuticos naturales pone en riesgo la continuidad de la investigación para aislar metabolitos secundarios y conocer su aplicación farmacéutica. Al ser Ecuador un país con una gran biodiversidad que aún no ha sido debidamente estudiada se deben encontrar alternativas o estrategias para realizar investigación sostenible que permita validar su uso terapéutico y estimar su potencial aprovechamiento. Hasta ahora no existe un trabajo de recopilación bibliográfica y discusión crítica sobre preparados naturales y metabolitos secundarios puros con probada actividad biológica y farmacológica de plantas del sur de Ecuador.

Métodos

La información relevante sobre compuestos químicos aislados de plantas del sur de Ecuador con potencial uso en la síntesis de nuevas moléculas, estudios clínicos o aplicaciones agroindustriales, fue recopilada de las bases de datos PubMed, Web of Science, SciFinder y Google Scholar, hasta el mes de febrero de 2021. Para lograr identificar los compuestos químicos aislados o preparados con potencial aplicación, todos los artículos que solamente presentaron información etnobotánica, de aislamiento y elucidación estructural de compuestos fueron descartados, el mismo criterio se utilizo para publicaciones sobre la composición química y actividad biológica de aceites esenciales (AEs), exceptuando aquellos en los cuales del aceite se han aislado compuestos puros con probada actividad. Los nombres científicos de las especies fueron verificados en el Catálogo de plantas vasculares del Ecuador [5]. Usos etnobotánicos adicionales se consultaron en la Enciclopedia de plantas útiles del Ecuador [1].

Figura 1. Región sur del Ecuador



Fitoquímica, propiedades medicinales, actividad biológica y farmacológica de plantas medicinales del sur de Ecuador

Lepechinia mutica (Benth.) Epling

La especie *Lepechinia mutica* (Lamiaceae), es una planta endémica de la región andina del Ecuador, donde se la conoce con el nombre de "casa casa". En medicina tradicional se la emplea por sus propiedades antisépticas, para tratar el dolor de cabeza [10] y afecciones nerviosas como el espanto [2]. En la provincia de Loja la especie crece a una altitud entre los 2200 a 3000 m s.n.m. De esta planta se han investigado sus aceites esenciales (AEs) [11], [12] y del extracto en acetato de etilo de las hojas colectadas en el sector de Quilanga se ha aislado mediante cromatografía en columna (CC) el compuesto químico carnosol (Figura 2), el cual presentó una marcada actividad de inhibición selectiva frente a la enzima butirilcolinesterasa (BuChE) con un valor de IC50 de 5.15 uM, que fue menor al Donopezil 8.568 +/- 0.570 uM, usado control positivo. De igual manera, en un estudio antifúngico, el carnosol resultó ser muy activo contra el hongo fitopató-

geno *Pyricularia oryzae* con una concentración mínima inhibitoria (MIC) de 0.0125 mg/mL, valor muy similar a la dosis presentada por el pesticida flutriafol usado como control (0.01 mg/mL) [10].

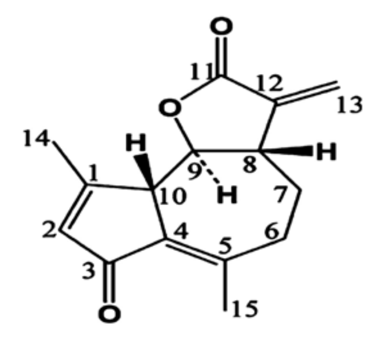
Figura 2. Estructura del compuesto carnosol

Gynoxys verrucosa Wedd

La especie *Gynoxys verrucosa* (Asteraceae) es un arbusto que en el sur de Ecuador se conoce como "guangalo". Las partes aéreas de la planta se emplean en medicina tradicional para el tratamiento de infecciones cutáneas, alergias, dermatitis y la cicatrización de heridas [2]. Del extracto en acetato de etilo de las partes aéreas de la especie colectada en Yangana, se ha aislado mediante cromatografía de columna (CC) dos lactónas sesquiterpénicas, (i) leucodina y (ii) dehidroleucodina (DhL). La DhL (Figura 3) mostró actividad antimicrobiana con una MIC50 de 49 ug/mL frente a dos cepas de *Staphylococcus aureus* resistentes a meticilina (SARM), *S. aureus* (UAMS-1625) aislado de abscesos cerebrales y contra *S. aureus* (UAMS-1864, ATCC 33593) aislado de sangre [13]. La misma actividad se presenta frente a la cepa *Helicobacter pylori* (NCTC 11638) con una MIC de 2 mg/L y con valores de MIC entre 1-8 mg/L para 6 aislados clínicos de *Helicobacter* obtenidos mediante biopsia gástrica [14]. Estudios recientes han demostrado que la DhL interrumpe el ciclo celular e induce apoptosis y daño del ADN en células de astrocitoma humano a través de la regulación p73 / p53, mostrando un notable efecto citotóxico para las células cancerosas [15]. Así mismo, DhL mostró actividad citotóxica contra células de leucemia humana (AML) [16]. Para mejorar su solubilidad en agua, a partir de la DhL se han sintetizado 4 derivados (aductos), (i) DhL-prolina (ii), DhL-piperidina

(iii), DhL-morfina (iv) y DhL-tiramina, su actividad citotóxica fue evaluada frente a ocho líneas celulares de leucemia mieloide aguda. El análogo amino de prolina (i) mostró la mayor actividad anti leucémica con valores de EC50 entre 20 a 97 μM y resultó ser aproximadamente 270 veces más soluble en agua que la DhL [17].

Figura 3. Estructura del compuesto dehidroleucodina (DhL)



Especies del género Huperzia

Varias especies del género *Huperzia* (Lycopodiaceae) conocidas en la comunidad Saraguro como "trencillas y wamingas", son usadas como aditivos naturales para la preparación de preparados psicoactivos y purgantes, así como en el tratamiento de enfermedades sobrenaturales como mal de ojo, shuka, vaho de agua, espanto, entre otros [18]. El estudio fitoquímico de *Huperzia tetragona*, *H. brevifolia*, *H. compacta*, *H. weberbaueri* y *H. crassa*, han permitido la identificación de alcaloides del tipo *Lycopodium*: lycodina (**1**), licopodina (**2**), 6-hidroxylicopodina (L20) (**3**), des-*N*-metil-obscurina (**4**) y flavelina (**5**). mediante cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas CG-MS. De la fracción no alcaloidea, se ha identificado el flavonoide, selgin (selagin) (**6**) en *H. espinosana* y se aisló mediante CC una alta cantidad del flavonoide tricina (**7**) de *H tetragona*, *H. compacta* y *H. brevifolia,* además los triterpenos, (serrat-14-en-3β,21α-diol) (**8**), serratenediol-3-O-acetate (**9**), 21-episerratenediol (serrat-14-en-3β,21β-diol) (**10**), y 21-episerratenediol-3-O-acetate (**11**) de *H. crassa* (Figura 4). Las fracciones ricas de alcaloides inhibieron la acetilcolinesterasa (AChE) con valores de IC50 entre 0.9 ± 0.1 a 62.4 ± 16.6 ug/ ml [19].

Figura 4. Compuestos identificados en especies del género *Huperzia*

Bejaria resinosa Mutis ex LF

La especie *Bejaria resinosa* (Ericaceae), conocida como "pena de cerro, payama de cerro, pena o pena pena", es utilizada en la provincia de Loja y de manera específica por la etnia Saraguro para tratar problemas del sistema nervioso, hinchazón de heridas e inflamaciones de los órganos genitales, así como enfermedades hepáticas y cáncer. Del extracto acuoso de *B. resinosa*, se han aislado e identificado cinco compuestos, la flavona quercetin-3-O-rahmmnoside, los triterpenos alfa y beta amirina, el taraxerol y ácido ursólico. La actividad biológica de estos compuestos ha sido probada contra las líneas celulares cancerosas: MCF-7 (carcinoma de mama), PC-3 (carcinoma de próstata), RKO (carcinoma de colon), y D-384 (astrocitoma). El ácido ursólico (Figura 5), presentó citotoxicidad en todas las células tumorales con valores IC50 (uM) de 7.43 ± 0.64; 12.11 ± 0.52; 17.16 ± 8.99 y 10.39 ± 1.46, respectivamente, el mayor efecto citotóxico de AU se presento frente a MCF-7 y PC-3, con valores IC50 muy próximos a la sustancia de control doxorrubicina que mostró una IC50 (uM) de 5.28 para las células MCF-7 y 3.83 frente a RKO [20].

Figura 5. Estructura del compuesto ácido ursólico

Niphogetum dissecta (Benth.) J.F. Macbr

La especie *Niphogeton dissecta* (Apiaceae), es una planta aromática nativa de los Andes ecuatorianos que se encuentra entre 2500 y 4500 m sobre el nivel del mar [21]. En la región de Saraguro se la conoce con el nombre de "culantrillo de cerro" y se usa para el tratamiento de la diarrea, vómitos, la inflamación del vientre, resfriados y reumatismo. Del aceite esencial que se obtiene de la parte aérea, se ha aislado mediante cromatografía de columna (CC) el compuesto acorenona B (Figura 6), el cual presenta actividad de inhibición de las enzimas AchE y BuChE, con valor de IC50 de 40.8 mg / ml y 10.9 mg / ml, respectivamente [22].

Figura 6. Estructura química del compuesto acorenona B

Hedyosmum racemosum (Ruiz & Pav.)

La especie *Hedyosmum racemosum* (Chloranthaceae), es un arbusto aromático que crece en la región amazónica y de los Andes de Ecuador, las hojas se usan por sus efectos antisépticos, antiespasmódicos, antiinflamatorios y antileshmaniasis. Es conocida por la población indígena como "guayusa, guayusa de monte o jicamilla" y se emplea junto al achiote (*Bixa*

orellana) para tratar inflamaciones y con especies del género *Cordia* para tratar las mordeduras de serpientes. Del extracto metanólico de las hojas y flores colectadas en el cerro Loma de Torre (entre Loja y Zamora Chinchipe), se ha aislado la lactona sesquiterpénica onoseriolido, que produce un efecto citotóxico en células de cáncer de colón humano RKO [23], detiene el ciclo celular en la fase G2/M y activa la apoptosis como mecanismo de muerte celular, así como la autofagia como mecanismo de supervivencia.

Figura 7. Estructura química del compuesto onoseriolido

Horchata lojana

En el sur de Ecuador, la HL es una bebida aromática refrescante que se prepara mediante la infusión acuosa de una mezcla de varias plantas medicinales y aromáticas. Tradicionalmente a la bebida se le atribuyen propiedades analgésicas, antiinflamatorias, antiespasmódicas y como tónico cerebral eficaz; por estas propiedades la horchata ha sido consumida desde la Colonia hasta la fecha. En un trabajo reciente hemos podido determinar con base en la composición química del AE de las plantas aromáticas que se usan en la preparación, el perfil aromático de cinco tipos de horchatas de las muchas variedades (número de plantas que forman la mezcla) que se comercializan en Loja, (i) neral + geranial + carvona, (ii) neral + geranial + mirceno; (iii) geranial + metil eugenol + isomentona + neral + citronelol; (iv) (E) -anetol + geranial + pulegona. Los cinco AE mostraron una interesante actividad inhibidora contra BuChE con valores de IC_{50} entre 28,3 y 41,8 µg / ml, todos resultaron ser inactivos frente a AChE con valores de IC_{50} > 250 µg / ml [24].

Discusión

Los recursos naturales, plantas y preparados naturales (HL) que hemos analizado en el presente artículo, constituyen una opción y en algunos

casos la única alternativa terapéutica para tratar dolencias y curar enfermedades en poblaciones del sur de Ecuador, lo cual nos permite afirmar que se trata de remedios tradicionales ya validados de alguna manera como inocuos por su uso tradicional durante cientos de años, siendo por ello considerados como seguros y por tanto factibles de ser seleccionados para realizar estudios de bioprospección en la búsqueda de nuevos fármacos.

El carnosol, exhibe una interesante actividad selectiva frente a BuChE con un valor de IC_{50} de 1,7 µg / ml (5,15 µM), que resulta ser menor al valor reportado en los compuestos de referencia, donepezil y alicina [25]. Por lo tanto, el carnosol se puede agregar a la lista de sustancias químicas naturales y/o sintéticas con un potencial muy prometedor para el tratamiento y/o la prevención de la enfermedad del Alzheimer (EA) [26]. Así también, por presentar una actividad antifúngica similar al fungicida comercial flutriafol, se podría emplear como ingrediente activo para la preparación de biofungicidas agrícolas que comban el fitopatógeno *Pyriculare oryzae.*

La DhL, puede ser empleada como agente antimicrobiano contra cepas de *S. aureus* resistentes a meticilina (SARM), lo cual resulta de gran interés clínico, en especial para el tratamiento de abscesos producidos por *S. aureus* que son difíciles de tratar. Otro posible uso es en el tratamiento contra *H. pylori* y leucemia. Un hallazgo interesante es que las concentraciones a las que la DhL resultó citotóxico para las células de astrocitoma cerebral humano D384 no dañaban los linfocitos humanos normales, lo cual es importante para el descubrimiento de nuevos fármacos con propiedades antineoplásicas [15]. La DhL por su estereoquímica es un compuesto de base (template) para el desarrollo de nuevos compuestos análogos (aductos) que puedan resultar en derivados más potentes y menos tóxicos para células humanas.

La flavona tricina (5,7,4'-trihidroxi-3 ', 5'-dimetoxiflavona), es uno de los flavonoides más bioactivos [27]. La suplementación con tricina en la dieta de ratones de experimentación, inhibe la inflamación relacionada con carcinogénesis de colon, lo que sugiere un uso potencial del compuesto para ensayos clínicos de quimio, prevención del cáncer colorrectal y para el tratamiento de pólipos intestinales humanos [28], [29]. La tricina se ha aislado de cáscaras de variedades de trigo, granos de cereales y plantas como bambú y alfalfa [30], [31], la concentración bastante baja de tricina en estas

fuentes, además del alto costo de producción y por ende su elevado precio comercial, han limitado su uso en estudios preclínicos. Las cantidades encontradas en *H. brevifolia* (2,77 %) y *H. compacta* (0,57 %) han excedido ampliamente las reportadas hasta ahora, por lo cual especies de *Huperzias* podrían ser consideradas como una fuente para la obtención de tricina y otros compuestos de interés como la flavona selgin, que ha mostrado actividad inhibidora in vitro contra la enzima α-glucosidasa [32], los triterpenos 21-episerratenediol y serratenediol. El primero ha mostrado notable efecto inhibidor sobre el crecimiento de tumores de piel de ratón con carcinogénesis, lo que indica ser un potente agente quimiopreventivo del cáncer [33], mientras el serratenediol podría ser un candidato potencial para el desarrollo de fármacos para el tratamiento de leucemia [34]. Los alcaloides tienen propiedades tarapéuticas prometedoras en el estudio y tratamiento de enfermedades neurodegenerativas y Alzheimer, como la sauroína de *H. saururus* y el potenete inhibidor de AChE, huperzina A, aislado de *H. serrata* [35]. Pruebas in vitro han mostrado que la licopodina inhibe considerablemente el crecimiento de células HeLa, lo que indica su potencial uso terapéutico como fármaco anticanceroso [36], [37]. Además, la actividad antiinflamatoria de la fracción alcaloide de las partes aéreas de *Lycopodium clavatum* ha sido atribuido principalmente a la licopodina [38].

El ácido ursólico presenta amplio espectro de propiedades biológicas, tales como antiinflamatorio, antioxidante, analgésico, diurético, antitumoral, hepatoprotector, hipolipidémico, inmunomodulador, antibacteriano, anti-VIH [39], además se ha demostrado que la molécula presenta un efecto apoptótico y tiene actividad sobre la angiogénesis en células cancerígenas, lo cual justificaría su empleo en estudios in vivo.

La inhibición selectiva de acorenona B sobre BuChE es una propiedad particularmente interesante en el tratamiento de la EA [40]. Los valores de IC_{50} registrados son cercanos a los publicados en la literatura para galantamina (2,2 y 11,7 μg / mL). A pesar de su potencial inhibidor moderado frente a donepezil, la galantamina es un fármaco típico utilizado para el tratamiento de la EA [41], lo que justifica los esfuerzos para identificar nuevos compuestos inhibidores potenciales de colinesterasas en especies aromáticas del sur de Ecuador.

Onoseriolido, presenta in vitro actividad cititóxica y neoplásica, por lo cual es importante continuar con estudios que determinen su acción terapéutica en cáncer.

La HL es una bebida tradicional barata, accesible y fácil de preparar, su consumo diario desde hace cientos de años por parte de los habitantes de la provincia de Loja demuestra claramente su potencial como tónico idóneo en la dieta de los consumidores por la ausencia de efectos secundarios. Una actividad inhibidora selectiva más alta de los AEs contra BuChE que contra AChE pueden tener beneficios terapéuticos potenciales en el tratamiento de la enfermedad de EA y otras enfermedades relacionadas con la demencia senil [42] - [43]. Por lo tanto, esta bebida tiene un gran potencial para ser desarrollada como un suplemento botánico dietético eficaz y seguro para prevenir trastornos cognitivos, aunque se deben realizar más pruebas in vitro e in vivo para respaldar plenamente la eficacia y el mecanismo de acción.

Durante muchos años, los compuestos químicos aislados de productos naturales han sido y son la fuente más importante de drogas líderes para industria farmacéutica como el taxol y la artemisinina. Ante el cada vez menor interés de la industria farmacéutica y la academia por impulsar nuevos programas de investigación de plantas medicinales como fuente de compuestos químicos activos, se pueden considerar algunas posibles alternativas: (i) no descartar moléculas que son conocidas y cuya actividad biológica ya ha sido reportada en la literatura, se pueden realizar nuevas investigaciones con ellas para buscar otro tipo de actividad biológica o farmacológica y encontrar otras posibles aplicaciones terapéuticas y/o agrícolas como el carnosol o DhL y (ii) obtener derivados o análogos a partir de la molécula pura aislada, como es el caso de los derivados o análogos desarrollados a partir de DhL para conseguir nuevas moléculas que faciliten su administración y con actividad antimicrobiana, antineoplásica o anti leucémicas, algo similar a lo que ocurre con la epibatidina cuya toxicidad es muy elevada y se debe producir derivados para volverla menos tóxica, con ello sería posible obtener patentes o modelos de utilidad que puedan ser aprovechados y explotados a futuro y (iii) generar modelos computacionales que permitan predecir la actividad biológica de los nuevos análogos de

moléculas puras aisladas de plantas ecuatorianas y con ello contar con un abanico de compuestos químicos con posible aplicación.

Conclusiones e implicaciones sociales

- Este trabajo ha analizado y recopilado información existente sobre la fitoquímica, actividad biológica y farmacológica de moléculas puras aisladas de plantas medicinales, así como de los AEs de las plantas aromáticas de la bebida horchata lojana, que son utilizados como recursos terapéuticos naturales en el sur de Ecuador.
- Las plantas analizadas pertenecen a seis familias botánicas (Lamiaceae, Ericaceae, Asteraceae, Lycopodiaceae, Apiaceae y Chloranthaceae) y se usan principalmente en el tratamiento de desórdenes del sistema nervioso, circulatorio, digestivo y respiratorio, así como para tratar enfermedades causadas por bacterias.
- Las lactonas sesquiterpénicas, flavonoides, alcaloides del tipo lycopodio, diterpenos y triterpenos del tipo serratano fueron las principales clases de compuestos químicos que se han aislado o identificado, los cuales presentan diferentes efectos farmacológicos (in vitro / in vivo) como antibacterianos, antifúngicos, antiogénicos, anti leucémicos o inhibidores selectivos de BuChE. Sin embargo, aunque los resultados sean muy promisorios, son necesarias investigaciones complementarias, sobre todo en vivo, para evaluar su aplicación a escala y establecer su potencial uso o aprovechamiento como materias primas en farmacia, productos herbolarios, integradores alimentarios o en agricultura.

Referencias

[1] De la Torre L., Navarrete H., Muriel MP., Macía Barco MJ., Balslev H. (eds). (2008). *Enciclopedia de las plantas útiles del Ecuador*. Herbario QCA de la Escuela de Ciencias Biológicas de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador & Herbario AAU del Departamento de Ciencias Biológicas de la Universidad de Aarhus; Quito, Ecuador & Aarhus. Disponible en: https://bibdigital.rjb.csic.es/records/item/16016-enciclopedia-de-las-plantas-utiles-del-ecuador

[2] Tene V, Malagon O, Vita-Finzi P, Armijos Ch, Zaragoza T, Vidari G. (2007). An ethnobotanical survey of medicinal plants used in Loja and Zamora-Chinchipe, Ecuador. *Journal of Ethnopharmacology*, 111(1):63–81. Disponible en: https://doi.org/10.1016/j.jep.2006.10.032

[3] Béjar E.,Bussmann RW., Roa C. & Sharon D. (2001). Herbs of Southern Ecuador: A Field Guide to the Medicinal Plants of Vilcabamba. *Latino Herbal Press*; California, U.S.A. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/267511409_Herbs_of_Southern_Ecuador_-_A_field_guide_to_the_medicinal_plants_of_Vilcabamba

[4] Bussmann RW. & Sharon D. (2006). Traditional medicinal plant use in Loja province, Southern Ecuador. *Journal of Ethnobiology Ethnomedicine*, 2(44). Disponible en: https://doi.org/10.1186/1746-4269-2-44

[5] Orozco CI., Jorgensen P. & León-Yanez S. (eds.). (1999). Catalogue of the vascular plants of Ecuador. *Missouri Botanical Garden*; St. Louis, U.S.A. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/258345280_Catalogue_of_the_Vascular_Plants_of_Ecuador

[6] Malagon Aviles O., Ramirez Robles J., Gilardoni G. et al. (2016). Phytochemistry and ethnopharmacology of the Ecuadorian flora. *A review. Natural Product Communications*, 11(3). Disponible en: https://doi.org/10.1177/1934578X1601100307

[7] Armijos C., Cota I. & González S. (2014). Traditional medicine applied by the Saraguro yachakkuna: a preliminary approach to the use of sacred and psychoactive plant species in the southern region of Ecuador. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 10:26. Disponible en: https://doi.org/10.1186/1746-4269-10-26

[8] Gupta M. (ed). (1995). *270 Plantas medicinales Latinoamericanas.* Bogotá, Colombia: Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, Subprograma de Química Fina Farmacéutica; Convenio Andres Bello.

[9] Organización Mundial de la salud. (2013). *Estrategia de la OMS sobre medicina tradicional 2014-2023.* Organización Mundial de la Salud. Disponible en: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/95008/9789243506098_spa.pdf

[10] Ramírez J., Suarez A., Bec N., Armijos C., et al. (2018). Carnosol from Lepechinia mutica and tiliroside from Vallea stipularis: Two promising inhi-

bitors of BuChE. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 28(5):559–563. Disponible en: https://doi.org/10.1016/j.bjp.2018.06.003

[11] Malagón O., Vila R., Iglesias J., Zaragoza T. & Cañigueral S. (2003). Composition of the essential oils of four medicinal plants from Ecuador. *Flavour and Fragance Journal*, 18(6):527–531. Disponible en: https://doi.org/10.1002/ffj.1262

[12] Ramirez J., Gilardoni G., Jácome M., Montesinos J. et al. (2017). Chemical composition, enantiomeric analysis, AEDA sensorial evaluation and antifungal activity of the essential oil from the Ecuadorian plant Lepechinia mutica Benth (Lamiaceae). *Chemistry & Biodiversity*, 14(12). Disponible en: https://doi.org/10.1002/cbdv.201700292

[13] Ordóñez PE., Quave CL., Reynolds WF. et al. (2011). Sesquiterpene Lactones of Gynoxys verrucosa and their Anti-MRSA Activity. *Planta Med*, 77:34. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1055/s-0031-1273563

[14] Vega AE., Wendel GH., Maria AOM. & Pelzer L. (2011). Antimicrobial activity of Artemisia douglasiana and dehydroleucodine against Helicobacter pylori. *Journal of Ethnopharmacology*, 124(3):653–655. Disponible en: https://doi.org/10.1016/j.jep.2009.04.051

[15] Bailon-Moscoso N., González-Arévalo G., Velásquez-Rojas G., et al. (2015). Phytometabolite Dehydroleucodine Induces Cell Cycle Arrest, Apoptosis, and DNA Damage in Human Astrocytoma Cells through p73/p53 Regulation. *PLoS ONE*, 12(3):e0173648. Disponible en: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0136527

[16] Ordóñez PE., Sharma KK., Bystrom LM. et al. (2016). Dehydroleucodine, a Sesquiterpene Lactone from Gynoxys verrucosa, Demonstrates Cytotoxic Activity against Human Leukemia Cells. *Journal of Natural Products*, 79(4):691–696. Disponible en: https://doi.org/10.1021/acs.jnatprod.5b00383

[17] Ordóñez PE., Mery DE., Sharma KK. et al. (2020). Synthesis, Crystallography, and Anti-Leukemic Activity of the Amino Adducts of Dehydroleucodine. *Molecules*, 25(20):4825. Disponible en: https://doi.org/10.3390/molecules25204825

[18] Armijos C. (2016). *Medicinal and dye plants used by the Saraguro ethnic group in Southern Ecuador*. Centro Interdipartimentale di Studi e Ricerche sull'Etnobiofarmacia (CISTRE); Pavia University Press; Pavia, Italia.

[19] Bracco F., Ramirez Robles J., Gilardoni G. et al. (2016). Phytochemical and ethnomedicinal study of Huperzia species used in the traditional medici-

ne of Saraguros in Southern Ecuador, AChE and MAO inhibitory activity. *Ethnopharmacology*, 193(4):546–554. Disponible en: https://doi.org/10.1016/j.jep.2016.09.049
[20] Suárez AI., Armijos C., Andrade JM., Quisatagsi EV. et al. (2015). The cytotoxic principle of Bejaria resinosa from Ecuador. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 4(3):268–272. Disponible en: https://www.phytojournal.com/archives?year=2015&vol=4&issue=3&ArticleId=664
[21] Izco J., Pulgar I., Aguirre Z. & Santin F. (2007). Estudio florístico de los páramos de pajonal meridionales de Ecuador. *Revista Peruana de Biología*, 14(2):237–246. Disponible en: https://doi.org/10.15381/rpb.v14i2.1783
[22] Calva J., Bec N., Gilardoni G., Larroque C. et al. (2017). Acorenone B: AChE and BChE Inhibitor as a Major Compound of the Essential Oil Distilled from the Ecuadorian Species Niphogeton dissecta (Benth.) J.F. Macbr. Pharmaceuticals (Basel). *Pharmaceuticals*, 10(4):84. Disponible en: https://doi.org/10.3390/ph10040084
[23] Guamán-Ortiz LM., Bailon-Moscoso N., Morocho V., et al. (2019). Onoseriolide, from Hedyosmum racemosum, induces cytotoxicity and apoptosis in human colon cancer cells. *Natural Product Research*, 35(18):3151–3155. Disponible en: https://doi.org/10.1080/14786419.2019.1690485
[24] Armijos C., Matailo A., Bec N., Salinas M. et al. (2020). Chemical composition and selective BuChE inhibitory activity of the essential oils from aromatic plants used to prepare the traditional Ecuadorian beverage horchata lojana. *Ethnopharmacology*, 263(113162). Disponible en: https://doi.org/10.1016/j.jep.2020.113162
[25] Kumar S. (2015). Dual inhibition of acetylcholinesterase and butyrylcholinesterase enzymes by allicin. *Indian J Pharmacol*, 47(4):444–446. Disponible en: http://dx.doi.org/10.4103/0253-7613.161274
[26] Li Q., Yang H., Chen Y. & Sun H. (2017). Recent progress in the identification of selective butyrylcholinesterase inhibitors for Alzheimer's disease. *European Journal of Medicinal Chemistry*, 132(26):294–309. Disponible en: https://doi.org/10.1016/j.ejmech.2017.03.062
[27] Zhou JM. & Ibrahim RK. (2010). Tricin–a potential multifunctional nutraceutical. *Phytochemistry Reviews*, 9:413–424. Disponible en: https://doi.org/10.1007/s11101-009-9161-5
[28] Oyama T., Yasui Y., Sugie S., Koketsu M. et al. (2009). Suppresses Inflammation-Related Colon Carcinogenesis in Male Crj: CD-1 Mice. *Cancer Pre-*

vention Research, 2(12). Disponible en: http://dx.doi.org/10.1158/1940-6207.CAPR-09-0061

[29] Cai H., Al-Fayez M., Tunstall RG. et al. (2005). The rice bran constituent tricin potently inhibits cyclooxygenase enzymes and interferes with intestinal carcinogenesis in ApcMin mice. *Molecular Cancer Therapeutics*, 4(9):1287–1292. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1158/1535-7163.MCT-05-0165

[30] Wollenweber E. & Dörr M. (2008). Occurrence and Distribution of the Flavone Tricetin and its Methyl Derivatives as Free Aglycones. *Natural Product Communications*, 3(8):1293–8. Disponible en: https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/1934578X0800300812

[31] Mohanlal S., Parvathy R., Shalini V. & Jayalekshmy A. (2011). Isolation, characterization and quantification of tricin and flavonolignans in the medicinal rice njavara (Oryza sativa L.), as compared to staple varieties. *Plant Foods Hum Nutr*, 66:91–96. Disponible en: https://doi.org/10.1007/s11130-011-0217-5

[32] Wu Q., Yang X., Zou L. & Fu D. (2009). Bioactivity guided isolation of alpha-glucosidase inhibitor from whole herbs of Crossostephium chinense. Zhongguo zhongyao zazhi, *China journal of Chinese materia medica*, 34(17):2206–2211. Disponible en: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19943487/

[33] Tanaka R., Minami T., Ishikawa Y., Matsunaga S., Tokuda H. & Nishino H. (2003). Cancer chemopreventive activity of serratane-type triterpenoids on two-stage mouse skin carcinogenesis. *Cancer Letters*, 196(2):121–126. Disponible en: https://doi.org/10.1016/S0304-3835(03)00214-3

[34] Ham YM., Yoon W-J., Technopark J., Park S-Y. & Jung Y-H. (2012). Investigation of the component of Lycopodium serratum extract that inhibits proliferation and mediates apoptosis of human HL-60 leukemia cells. *Food and chemical toxicology*, 50(8):2629–2634. Disponible en: https://doi.org/10.1016/j.fct.2012.05.019

[35] Maa X., Tan C., Zhu D., Gang DR. & Xiao P. (2007). Huperzine A from Huperzia species an ethnopharmacological review. *Ethnopharmacology*, 113(1):15–34. Disponible en: https://doi.org/10.1016/j.jep.2007.05.030

[36] Bishayee K., Chakraborty D., Ghosh S., Boujedaini N., Khuda-Bukhsh AR. (2013). Lycopodine triggers apoptosis by modulating 5-lipoxygenase, and depolarizing mitochondrial membrane potential in androgen sensitive and refractory prostate cancer cells without modulating p53 activity: sig-

naling cascade and drug–DNA interaction. *European Journal of Pharmacology*, 698(1–3):110–121. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1016/j.ejphar.2012.10.041

[37] Mandal SK., Biswas R., Bhattacharyya SS. et al. (2010). Lycopodine from Lycopodium clavatum extract inhibits proliferation of HeLa cells through induction of apoptosis via caspase-3 activation. *European Journal of Pharmacology*, 626(2–3):115–122. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1016/j.ejphar.2009.09.033

[38] Orhan I., Küpeli E., Şener B. & Yesilada E. (2007). Appraisal of anti-inflammatory potential of the clubmoss Lycopodium clavatum L. *Ethnopharmacology*, 109(1):146–50. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1016/j.jep.2006.07.018

[39] Mazumder K., Tanaka K. & Fukase K. (2013). Cytotoxic activity of ursolic acid derivatives obtained by isolation and oxidative derivatization. *Molecules*, 18(8):8929–8944. Disponible en: http://dx.doi.org/10.3390/molecules18088929

[40] Zeb A., Hameed A., Khan L., Khan I., et al. (2014). Quinoxaline derivatives: Novel and selective butyrylcholinesterase inhibitors. *Medical Chemistry*, 10(7):724–729. Disponible en: http://dx.doi.org/10.2174/1573406410666140526145429

[41] Bloniecki V., Aarsland D., Blennow K. et al. (2017). Effects of Risperidone and Galantamine Treatment on Alzheimer's Disease Biomarker Levels in Cerebrospinal Fluid. *Journal of Alzheimer's Disease*, 57(2):387–393. Disponible en: http://dx.doi.org/10.3233/JAD-160758

[42] Greig NH., Lahiri DK. & Sambamurti K. (2005). Butyrylcholinesterase: An Important New Target in Alzheimer's Disease Therapy. *International Psychogeriatrics*, 14(S1):77–91. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1017/S1041610203008676

[43] Ayaz M., Sadiq A., Junaid M. et al. (2017). Neuroprotective and Anti-Aging Potentials of Essential Oils from Aromatic and Medicinal Plants. *Front Aging Neurosci*, 9:168. Disponible en: http://dx.doi.org/10.3389/fnagi.2017.00168

Subproductos del aguacate (Persea americana) Hass y Fuerte: estudio fitoquímico y proximal

Phytochemical and proximal study of Avocado (Persea americana) Hass and Fuerte By-products

D.Borja Espín[1], *L.Goetschel G*[2]

Introducción

Persea americana conocida en diferentes poblaciones como aguacate o palta se produce a gran escala a nivel mundial. De ella se consume y utiliza la pulpa, mientras que la semilla y la cáscara son subproductos que generalmente se desperdician. Se estudió las semillas y cáscaras de dos variedades de aguacate: Hass y Fuerte, producidas en Ecuador, para lo que se prepararon las muestras, se analizó su composición nutricional y características funcionales; se determinó la presencia de metabolitos secundarios

1 Dayana Borja Espín, Magister en Aprovechamiento de Recursos Naturales, Bioquímica Farmacéutica, docente, Universidad Central del Ecuador, Ecuador, dpborja@uce.edu.ec

2 María Lorena Goetschel Gómez, Magister en Nutrición Humana, Bioquímica Farmacéutica opción Bioquímica de Alimentos, docente, Universidad de las Américas, Ecuador, maria.goetschel@udla.edu.ec

por tamizaje fitoquímico; la concentración de flavonoides, fenoles totales y saponinas por espectrofotometría UV, y la actividad antioxidante con relación a ácido ascórbico con el método de DPPH. Los resultados reportados en este capítulo muestran que en la composición proximal de las cáscaras se destaca el contenido de fibra, además, de la presencia de varios metabolitos secundarios, que se complementa con la alta actividad antioxidante, especialmente del extracto total. Mientras que el contenido de flavonoides en cáscaras fue similar en ambas especies, la concentración de fenoles en las semillas fue mayor en la variedad Hass; el contenido de saponinas es mayor en semillas, especialmente de la variedad Fuerte. Todos estos resultados demuestran que la cáscara y la semilla pueden ser utilizados como fuente de fibra y compuestos bioactivos.

El aguacate es una fruta cultivada y consumida en muchas partes del mundo. En el año 2019, la producción mundial de aguacate fue de 6432 toneladas, mientras que en el Ecuador se produjeron 18 000 toneladas [1]. En el país se producen algunas variedades de esta oleaginosa, de las cuales, en la sierra la variedad Fuerte es muy conocida y se consume localmente, mientras que la variedad Hass se está destinando principalmente a la exportación [2]. Además, en el Ecuador se están fabricando productos derivados de esta fruta como el guacamole empacado o el aceite de aguacate [2], lo que genera desperdicios a nivel industrial de cáscara y semilla.

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, una tercera parte de los alimentos que se produce en el mundo son desperdiciados, por lo que la meta 12.3 los Objetivos de Desarrollo Sostenible es "Reducir a la mitad el desperdicio per cápita de alimentos a nivel minorista y de consumo para 2030, así como reducir las pérdidas de alimentos a lo largo de las cadenas de producción y suministro" [3]. Por este motivo el estudio de los subproductos brinda bases para su uso e industrialización, considerando que en un aguacate.

La importancia de aprovechar los residuos de los productos agroindustriales del aguacate ha generado muchas investigaciones como la de Kosinka A, y colaboradores [4] que menciona que los residuos de dos variedades de aguacate: Hass y Shepard, poseen un alto contenido de compuestos polifenólicos y por ende una considerable actividad antioxidante. Ramírez y colaboradores [5] coinciden en la alta presencia de metabolitos

importantes en los residuos de aguacate variedad Hass, sin embargo, no se encuentran referencias de la variedad Fuerte, cultivada en Ecuador, incluida en esta investigación. Los estudios realizados en otros países muestran que los subproductos del aguacate son ricos en compuestos bioactivos, así el estudio de Figueroa y colaboradores concluyen que la cáscara contiene más de 35 compuestos con potencial uso en el área cosmética, alimenticia y farmacéutica [6]. El análisis de la composición de la cáscara y la semilla muestran que son ricos en carbohidratos y fibra [7], [8], pero no se han publicado estudios en el Ecuador sobre la composición proximal y fitoquímica de los aguacates producidos en el país.

El artículo de revisión "Avocado (*Persea americana)* Seed as a source of bioactive phytochemicals" [9], muestra un resumen de estudios realizados en animales sobre los posibles efectos biológicos de los extractos de la semilla de aguacate como antiinflamatorio, antihipertensivo, antidiabético, hipoglucemiante, hipocolesterelémico, antimicrobiano, antifúngico, así como aplicaciones dermatológicas e insecticidas. También se reportan los posibles efectos tóxicos, y recomienda continuar investigando los potenciales efectos de la semilla de aguacate, especialmente en países en los cuales ya se utiliza la semilla con fines medicinales. De forma similar, en el artículo de revisión "The Odyssey of Bioactive Compounds in Avocado (Persea americana) and Their Health Benefits" [10] detalla múltiples estudios preclínicos que se han realizado en las últimas décadas y que enfatizan la composición nutricional y fitoquímica del aguacate, y su uso para la prevención y tratamiento de muchas enfermedades, así como en la prevención del estrés oxidativo y de las enfermedades relacionadas con el envejecimiento, lo cual se relaciona estrechamente con la alta actividad antioxidante, determinada en estudios como el de Rodríguez-Carpena J, y colaboradores [11] en el cual analizaron: actividad antimicrobiana, análisis proximal, contenido de compuestos fenólicos y propiedades antioxidantes de residuos (semilla y cáscara) de dos variedades de aguacate (Fuerte y Hass) adquiridas en supermercados de Madrid-España y que fueron posteriormente utilizados como antioxidante alimentario.

El uso como ingrediente alimentario también se ha estudiado, así se analizó el efecto antioxidante en aceites de los extractos de la semilla, concluyendo que la semilla de aguacate puede ser utilizada como un antioxi-

dante natural [12], también se estudió su uso como colorante natural [13] mediante procesos de maceración, cambios de pH y adición de la enzima polifenoloxidasa. Estos aceites también pueden utilizarse como biodiesel o luego de un tratamiento, ser destinados al consumo humano [8].

La composición del aguacate ha sido ampliamente estudiada y se conocen sus múltiples propiedades funcionales, pero los estudios sobre la semilla de esta fruta, de las variedades que se producen en el Ecuador son escasos. Por lo que este estudio tiene por objetivo mostrar la composición de la semilla y de la cáscara de dos variedades de aguacate, tanto desde el punto de vista bromatológico como desde el punto de vista fitoquímico y de su contenido de flavonoides, fenoles y saponinas.

Métodos

Obtención de la Muestra

Se cosecharon al azar alrededor de cuatro kg semanales frutas de aguacate (*Persea americana*) de varios árboles de las variedades Fuerte y Hass (provenientes de la Granja Experimental del Instituto de Investigaciones Agropecuarias en Tumbaco) durante cinco semanas, hasta completar 20 kg de muestra. Cuando la fruta estuvo madura se extrajeron cáscaras y semillas, se lavaron con solución de hipoclorito de sodio al 3 % y posterior enjuague agua, luego se realizó el secado a temperatura ambiente (20-25°C) y se redujo el tamaño de partícula.

Análisis bromatológico

El análisis bromatológico se realizó por cuadruplicado en semillas y cáscaras secas y molidas de ambas variedades, mediante las siguientes técnicas:

- Determinación de humedad: método por secado en estufa a 130 +/- 3°C (AOAC)
- Determinación de cenizas: calcinación en mufla (AOAC)
- Determinación de proteína: método de Kjedahl (AOAC)
- Determinación de grasa: método de Söhxlet (AOAC)
- Determinación de fibra cruda mediante la NTE INEN 522

- Determinación de carbohidratos: mediante cálculo por diferencia

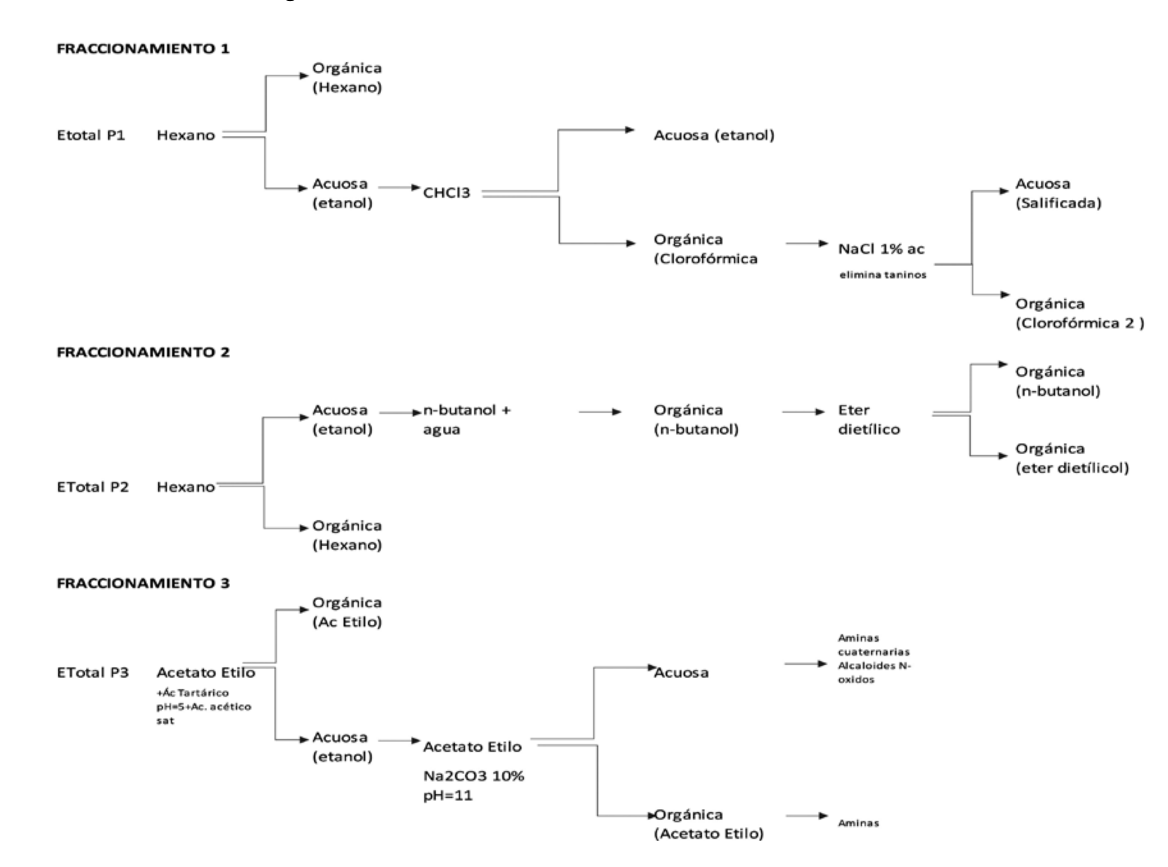
Obtención de los extractos

Se pesaron 150 g de cada muestra, se adicionó 250 ml de etanol al 96 %v/v, se maceró a temperatura ambiente por 48 horas con una ligera agitación, se filtró al vacío y se concentró utilizando un rotavapor hasta un volumen aproximado de 60 ml, el extracto obtenido se almacenó en refrigeración.

Fraccionamiento y tamizaje fitoquímico

La obtención de las fracciones a partir de los extractos obtenidos en 2.3 se realizó con una adaptación de la marcha analítica presente en el capítulo 13 del libro de Sarker Z. Latif, Z., Grey A. [14], de acuerdo con el gráfico 1, el extracto total (ET) se dividió en cuatro partes iguales; tres de ellas se utilizaron para realizar los fraccionamientos y la cuarta porción se mantuvo como extracto total (ET) para pruebas posteriores. Este fraccionamiento permite separar grupos de metabolitos presentes en la semilla y cáscara de aguacate de ambas variedades, por lo cual en cada una de las fracciones obtenidas se realizan los ensayos cualitativos con reacciones de coloración y precipitación [14].

Figura 1.- Proceso de fraccionamiento del extracto total



Cuantificación de fenoles en cáscaras de Persea americana variedades Hass y Fuerte

La cuantificación de fenoles se llevó a cabo mediante una técnica colorimétrica modificada utilizando como reactivo de coloración para fenoles Folin Cioucalteu, acorde con Skerget y colaboradores [15]. El estándar fue una solución de ácido gálico de 1,3 mg/mL, a partir de la cual se prepararon siete soluciones de menor concentración (0,1-1,3 mg/mL), se tomó 100 µl de cada solución patrón de ácido gálico y 100 µL de las muestras; se colocaron en tubos de ensayo opacos para aislarlos de la luz, se añadió 7,9 ml de agua destilada y 500 µl de reactivo de Folin-Ciocalteu, se homogeneizó y se dejó en reposo durante 2 horas a temperatura ambiente, transcurrido este tiempo se midió la absorbancia a 765 nm. La concentración de fenoles se expresa como mg GA/mL.

Cuantificación de flavonoides en semillas de Persea americana variedades Hass y Fuerte

La cuantificación de flavonoides se llevó a cabo mediante la técnica colorimétrica con reacción de cloruro de aluminio y se utilizó como estándar quercetina, de la cual se preparó una solución madre de concentración 150 mg/l en acetato de etilo, se tomaron de 50 µL-350 µL para la curva de calibración. A cada muestra se le añadió 200 µL de cloruro de aluminio y se aforó hasta un volumen de 5 mL con ácido acético en metanol al 5 %. Para la preparación de las muestras se tomaron 200 µL de cada fracción, 200 µL de cloruro de aluminio y se aforó a un volumen de 5 mL con ácido acético en metanol al 5 %. Las lecturas se realizaron a 428 nm y se expresa la concentración de flavonoides como mg de quercetina/mL.

Evaluación de la actividad antioxidante por el método del radical DPPH

Para la evaluación de la actividad antioxidante de las diferentes fracciones obtenidas de cáscara de *Persea americana*, se aplicó la técnica de DPPH, para lo cual se preparó una solución 0,50mM del reactivo de 2,2-difenil-1-picril hidrazilo (DPPH) con etanol 96°, se realizó un barrido espectral con la solución preparada para determinar la longitud de onda máxima

que fue 517 nm. Para la curva de calibración se utilizó como estándar de referencia al ácido ascórbico, se partió de una solución madre de 1000 ppm, y se preparó una curva de calibración de 8 puntos tomando diferentes volúmenes de la solución madre (0-160 uL) se añadió 5,8 ml de la solución de DPPH y se aforó a 200 uL con etanol 96° y se sometió a agitación constante de 200 rpm durante 30 min. La lectura de la absorbancia de cada tubo se realizó a 517 nm. Este procedimiento se realizó para cada fracción. El cálculo del % de inhibición de cada muestra se realizó aplicando la ecuación:

$$\%\,Inhibición\ M = \left(1 - \frac{Am}{Abm}\right) x100 \qquad (1)$$

Donde: Am = absorbancia de la muestra
Abm = absorbancia del blanco

Extracción de saponinas en semilla y cáscara de Persea americana

La extracción de saponinas se realizó a partir de la muestras secas y molidas de cáscara y semilla de ambas variedades, previo desengrasado con éter de petróleo y determinación del porcentaje de grasa. Tras el desengrasado, se procedió a la maceración dinámica a diferentes tiempos con dos soluciones hidroalcohólicas metanol:agua (50:50) y etanol:agua (50:50). Una vez transcurrido el tiempo determinado se filtró la muestra al vacío y el residuo sólido se secó en la estufa por 24 horas a 40°C para determinar el % de extracción, mediante la siguiente ecuación:

$$\%R = \frac{Masa\ inicial\ M - Masa\ final\ M}{Masa\ muestra} * 100 \qquad (2)$$

Se determinó el volumen de macerado obtenido de cada muestra y se concentró en un rotavapor, el extracto concentrado se extrajo tres veces con n-butanol en proporciones iguales y finalmente, se secó el extracto butanólico durante 24 horas en una estufa de recirculación de aire, obteniendo los crudos de saponinas. El rendimiento de crudos saponinas en peso seco a diferentes tiempos y con diferentes solventes, se determinó mediante la siguiente ecuación:

$$\frac{g\ saponinas}{mL\ extracto} = \frac{M_1 - M_2}{V_1} \qquad (3)$$

Dónde: M1= Masa del recipiente con muestra desecada
M2= Masa del recipiente vacío
V1= Volumen del extracto, mL

Sobre el extracto con crudos se realizaron pruebas cualitativas para verificar la presencia de las saponinas: reacción de Lieberman-Burchard, prueba de Salkowsky, prueba de Rosenthaler [16].

Determinación de contenido de saponinas

2.9.1 Método espumoso.- Esta prueba cuantitativa se basa en el procedimiento detallado en la normativa INEN 1672 1R [17], se coloca 0,1 g de crudo de saponina en un tubo de ensayo de tapa rosca, se añaden 5 mL de agua destilada, se tapa y se agita vigorosamente durante 30 segundos y se deja reposar por 30 minutos, este proceso se repite por dos ocasiones y se deja en reposo 5 minutos antes de medir la altura de la espuma con una regla de aproximación de 0,1 cm se determinó el contenido de saponinas (%) mediante la siguiente ecuación:

$$Ps = \frac{(0.646 * h) - a.104}{m * 10} \qquad (4)$$

Donde: Ps= Contenido de saponinas.
h= altura de la espuma, cm.
m= masa de la muestra, g.

Cuantificación de saponinas por el método de espectrofometría UV/VIS con Vainillina-ácido sulfúrico.

Este método cuantitativo propuesto en 1973 por S. HIAl [12] para determinar saponinas en raíz de gingsen, y ha sido aplicado para cuantificación de saponinas totales (CST) por varios autores, entre ellos Anh, V Le y colaboradores [18] en su artículo "Improving the Vanillin-Sulphuric Acid Method for Quantifying Total Saponins".

Para este ensayo se prepararon soluciones de 0.5, 2, 5, 8 y 10 mg/mL de estándar de saponina de extracto quillaja, en una solución hidroalcohólica 1:1, se toman 500 uL de cada solución estándar, y se añade 500 uL de vainillina al 4 % y 2mL de ácido sulfúrico al 50 %. Los tubos se incuban en un baño de agua a 65 °C durante 15 minutos y luego se enfrían en un baño de hielo durante 5 minutos. La absorbancia de las soluciones se mide a 480 nm usando un espectrofotómetro UV-VIS, el blanco se prepara con la solución de vainillina, ácido sulfúrico y la solución hidroalcohólica. Se preparan las muestras por triplicado pesando 25 mg de crudo de saponinas, que se aforan a 25 mL con solución hidroalcohólica 1:1, 500 uL de esta solución se colocan en un tubo de ensayo, se agrega 500uL de vainillina al 4 %, 2 mL de ácido sulfúrico al 50 %, y se realiza el mismo procedimiento que con el estándar.

Resultados

Composición

Los resultados del análisis de la composición proximal en base seca de la semilla y la cáscara de las dos variedades de aguacate se encuentran en la tabla 1.

Tabla 1. Composición proximal de la semilla y cáscara de aguacate Hass y Fuerte

Parte	Variedad	Humedad	Cenizas	Proteína	Fibra	Grasa	Carbohidratos
Semilla	Hass	12,24	3,65	4,43	8,5	2,21	68,97
	Fuerte	11,97	3,25	3,34	9,08	1,85	70,51
Cáscara	Hass	9,46	7,34	8,19	51,45	15,01	60,00
	Fuerte	9,1	8,38	7,14	43,18	22,45	52,93

Tamizaje fitoquímico

En la tabla 2 se pueden apreciar los resultados de las pruebas fitoquímicas realizadas en extracto total y en las fracciones obtenidas en 2.3.

Tabla 2. Resultados de las pruebas fitoquímicas de los extractos de semilla y cáscara de aguacate Hass y Fuerte

Fracción	Ensayo	Grupo fitoquímico	Semilla		Cáscara	
			Hass	Fuerte	Hass	Fuerte
fracción Hexano	Lieberman – Burchard	Triterpenos y/o esteroides	+	+	+++	+++
	Baljet	Lactonas y coumarinas	-	-	-	-
	Sudan	Compuestos grasos	-	-	+	+++
Fracción Acuosa	Espuma	Saponinas	+++	+++	-	+++
	Shinoda	Flavonoides	-	++	-	-
	Ninhindrina	Aminas	+	-	+++	+++
	Borntrager	Quinonas	+++	+++	+++	+++
	Kedde	Glicósidos cardiotónicos	-	-	-	-
	Cloruro férrico	Fenólicos y/o taninos	+++	+++	+++	+++
Fracción NaCl	Cloruro férrico	Fenólicos y/o taninos	-	-	+++	-
	Gelatina	Fenólicos y/o taninos	-	++	**NR**	**NR**
Fracción Cloroformo (sin taninos)	Dragendorff	Alcaloides	+	-	-	-
	Mayer		+	-	-	-
	Wagner		-	-	-	-
Fracción Hexano	Lieberman-Burchard	Triterpenos y/o esteroides	+	+	+++	+++
	Baljet	Lactonas y coumarinas	-	-	-	-
	Sudan	Compuestos grasos	+	+	+++	+++
Fracción Butanol	Espuma	Saponinas	-	-	-	+++
Fracción Éter dietílico	Cloruro férrico	Fenólicos y/o taninos	+	+	+++	+++
	Shinoda	Flavonoides	+++	+	-	-
	Borntrager	Quinonas	+	+	+++	+++
	Kedde	Glicósidos cardiotónicos	-	-	-	-

Fracción	Ensayo	Grupo fitoquímico	Semilla		Cáscara	
			Hass	Fuerte	Hass	Fuerte
Fracción Acetato de etilo 1	Lieberman Burchard	Triterpenos y/o esteroides	-	-	-	-
	Baljet	Lactonas y coumarinas	-	-	-	-
	Sudan	Compuestos grasos	+	+++	+++	-
Fracción Acuosa	Ninhidrina	Aminas	-	-	-	-
	Dragendorff	Alcaloides	-	-	+++	+++
	Mayer		+	+	+++	++
	Wagner		-	+	++	++

Como se puede observar en la tabla 2 muchos de los componentes presentes en *Persea americana,* difieren por la variedad más que por la muestra (semilla/cáscara) en semillas de ambas variedades se encuentra una alta concentración de saponinas, quinonas, compuestos fenólicos, aunque en la variedad Fuerte se puede encontrar además componentes grasos y en menor cantidad flavonoides. Mientras que en las cáscaras de ambas variedades se puede observar similitud en la presencia de derivados triterpénicos, aminas, quinonas, compuestos fenólicos, derivados grasos y una cierta cantidad de alcaloides, diferenciándose por la presencia en la variedad Fuerte de una considerable concentración de saponinas.

Concentración de Fenoles y Flavonoides

Tabla 3. Concentración de fenoles totales y flavonoides

	Fenoles totales mgGA/mL extracto			
	Semilla		Cáscara	
	Hass	Fuerte	Hass	Fuerte
ExtractoTotal	978.35	46.71	9.02	15.62
Acuosa	943.33	51.38	0.83	4.79
Fracción NaCl	---	---	3.13	---
Éter dietílico	325.69	7.97	3.33	3.77

	Flavonoides totales mg Quercetina/mL extracto			
	Semilla		Cáscara	
	Hass	Fuerte	Hass	Fuerte
ExtractoTotal	3603.71	3215.85	38.74	28.79
Acuosa	286.17	97.30	0.08	4.50
Fracción NaCl	---	---	14.43	---
Éter dietílico	156.32	46.71	7.21	9.09

En la tabla 3 se observan las marcadas diferencias de concentración de fenoles y flavonoides no solo entre variedades sino también entre muestras (semilla/cáscara).

Capacidad antioxidante por DPPH

Los ensayos realizados con extracto total y fracciones de cáscara de *Persea americana* de las variedades Hass y Fuerte se indican en las tablas 4 y 5, y la del ácido ascórbico (tabla 6).

Tabla 4. Capacidad antioxidante de la cáscara de aguacate Hass

Porcentaje inhibición Cáscara Hass							
Extracto total		Fracción Acuosa		Fracción éter dietílico		Fracción NaCl	
Conc. (mg/ml)	% Inhibición	Conc. (mg/ml)	% Inhibición	Conc. (mg/ml)	% Inhibición	Conc. (mg/ml)	% Inhibición
0.018	13.14	0,002	25,50	0,007	1,75	0,006	9,22
0.036	16.09	0,003	33,16	0,013	2,35	0,013	9,82
0.090	19.28	0,008	41,14	0,034	2,49	0,031	10,14
0.180	22.46	0,017	61,44	0,067	3,22	0,063	13,46
0.361	29.66	0,033	80,67	0,134	3,50	0,125	15,59
0.902	48.84	0,083	81,09	0,335	8,21	0,313	27,21
1.443	69.83	0,133	82,75	0,536	25,60	0,501	32,61

Tabla 5. Capacidad antioxidante de la cáscara de aguacate Fuerte

Porcentaje Inhibición Cáscara Fuerte					
Extracto total		Fracción Acuosa		Fracción éter dietílico	
Conc. (mg/ml)	% Inhibición	Conc. (mg/ml)	% Inhibición	Conc. (mg/ml)	% Inhibición
0,031	18,31	0,010	74,35	0,008	1,29
0,062	19,65	0,019	75,69	0,015	2,07
0,156	22,97	0,048	76,38	0,038	2,49
0,312	29,79	0,096	79,01	0,075	2,95
0,625	42,53	0,191	82,10	0,151	6,59
1,562	84,82	0,479	82,98	0,377	23,70
2,500	92,02	0,766	83,39	0,603	44,83

Tabla 6. Capacidad antioxidante del ácido ascórbico

Soluciones de Ácido ascórbico	
Conc. (mg/ml)	% Inhibición
0,002	20,43
0,004	23,15
0,010	24,12
0,020	31,78
0,040	42,76
0,100	66,05
0,160	94,33

Como se observa en las tablas 4 y 5 los extractos y fracciones de cáscaras de ambas variedades presentan una actividad antioxidante comparable a la del ácido ascórbico (tabla 6).

Saponinas extracción y concentración

Extracción de saponinas

Tabla 7. Rendimiento de extracción de saponinas

	Rendimiento de crudos de saponinas				
	Solvente -tiempo	Variedad Hass		Variedad Fuerte	
		Rendimiento (%)	CV (%)	Rendimiento (%)	CV (%)
Cáscara	EtOH 24	12,16	7,65	17,27	2,39
	EtOH 48	12,43	0,19	17,76	0,71
	EtOH 72	13,79	1,60	21,28	1,83
	MetOH 24	10,65	1,55	15,69	1,19
	MetOH 48	11,53	2,99	16,91	1,78
	MetOH 72	11,18	2,11	18,54	1,80
Semilla	EtOH 24	17,96	5,49	22,78	3,58
	EtOH 48	19,07	1,09	22,98	2,14
	EtOH 72	20,27	5,76	25,77	8,16
	MetOH 24	17,09	1,14	16,99	11,14
	MetOH 48	17,27	0,72	20,10	6,92
	MetOH 72	19,28	12,96	22,07	12,66

El rendimiento de crudos de saponinas se ve influenciado por la variedad de *Persea americana*, el tipo de solvente y el tiempo de maceración, como se observa en la tabla 7 el mejor rendimiento se obtiene en cáscaras y semillas Hass y Fuerte con 72 horas de maceración con etanol, si se contrasta estos resultados con el tamizaje fitoquímico y la fracción en la cual se encontró una alta presencia de saponinas se podría pensar que las saponinas presentes en las muestras analizadas son saponinas solubles en agua y por ende que presentan un alto peso molecular, están enlazadas a monosacáridos y presentan grupos polares en la aglicona [19].

La presencia de saponinas en todos los extractos se verificó por reacciones de coloración, todas las muestras dieron reacción positiva a las pruebas de Salkowsky, Rosenthaler y Lieberman-Burchard, pero en particular las muestras de la variedad Fuerte dan mayor intensidad de respuesta, lo cual podría indicar una mayor presencia de saponinas especialmente de tipo esteroidal debido a la reacción positiva a Lieberman-Burchard.

Cuantificación de saponinas

La cuantificación de saponinas se llevó a cabo por dos métodos "Método espumoso" descrito en la Normativa INEN 1672 1R [20] y el método UV/VIS Reacción con ácido sulfúrico [18]. Se comparan ambos métodos de acuerdo con los resultados resumidos en la tabla 8 para la variedad Hass y en la Tabla 9 para la variedad Fuerte:

Tabla 8. Concentración de saponinas en cáscara y semilla de aguacate variedad Hass

Persea americana variedad Hass		Método espumoso		Método UV/VIS H_2SO_4	
	Solvente-tiempo	% Saponinas	% CV	% Saponinas	% CV
CÁSCARA	EtOH 24	11,39	2,91	41,47	0,80
	EtOH 48	11,40	3,37	42,15	0,74
	EtOH 72	10,97	3,18	44,50	0,69
	MetOH 24	8,84	4,02	38,49	1,11
	MetOH 48	8,61	0,42	39,83	1,07
	MetOH 72	9,05	4,05	41,42	0,58
SEMILLA	EtOH 24	21,69	1,56	43,92	1,29
	EtOH 48	22,14	0,19	45,02	0,97
	EtOH 72	22,76	0,32	47,96	0,45
	MetOH 24	17,85	1,94	41,56	1,17
	MetOH 48	17,82	1,80	43,02	1,21
	MetOH 72	17,80	1,88	46,24	0,94

Tabla 9. Concentración de saponinas en cáscara y semilla de aguacate variedad Fuerte

Persea americana variedad Fuerte		Método espumoso		Método UV/VIS H_2SO_4	
	Solvente-tiempo	% Saponinas	% CV	% Saponinas	% CV
Cáscara	EtOH 24	15,27	2,06	43,43	0,54
	EtOH 48	15,93	2,23	46,63	1,85
	EtOH 72	16,54	2,17	51,16	0,89
	MetOH 24	13,53	2,56	41,98	0,73
	MetOH 48	13,98	2,90	42,56	1,58
	MetOH 72	13,55	2,58	42,41	0,30

Persea americana variedad Fuerte		Método espumoso		Método UV/VIS H_2SO_4	
	Solvente-tiempo	% Saponinas	% CV	% Saponinas	% CV
Semilla	EtOH 24	23,04	1,40	49,4	1,16
	EtOH 48	23,29	1,53	50,83	1,42
	EtOH 72	23,23	1,63	53,07	0,51
	MetOH 24	19,56	0,21	46,53	0,95
	MetOH 48	19,11	2,17	48,48	0,43
	MetOH 72	19,36	1,76	49,09	0,40

Discusión

Los resultados del análisis de composición proximal para el caso del aguacate Hass son similares por los obtenidos por Bresanni [7] que se encuentran en la tabla 10, excepto en la cantidad de grasa que en esta investigación son mayores.

Tabla 9. Composición proximal de la semilla y la cáscara de aguacate Hass según Bresani [7]

Parte	Humedad	Cenizas	Proteína	Fibra	Grasa	Carbohidratos
Semilla	7,66	3,85	3,44	3,98	5,52	79,54
Cáscara	14,5	6,05	8,28	50,65	9,14	62,03

Mientras que para el aguacate variedad Fuerte no se cuenta con resultados de otras investigaciones.

Las diferencias en los resultados del tamizaje fitoquímico sobre la presencia de ciertos metabolitos en las diferentes partes (cáscara y semilla) se debe a que su presencia está influenciada por las funciones que cada una de ellas desempeña en la planta, así como el ambiente, el suelo, el clima y las propiedades intrínsecas de cada variedad. Todo esto es especialmente importante de considerar cuando se busca incrementar la presencia de ciertos metabolitos primarios o secundarios en especies cultivadas. Además, la información que se obtiene de un tamizaje fitoquímico permite orientar las posibles aplicaciones que podrían tener las especies investigadas en función a los metabolitos presentes en ellas.

La concentración de fenoles y flavonoides totales en las muestras analizadas en esta investigación es menor a la reportada por Rodríguez, J. y colaboradores [11] quienes, en un estudio similar en México, reportaron concentraciones de hasta 5 veces más que las de este trabajo. La variación se puede explicar por las condiciones de crecimiento, cultivo y procesamiento de las muestras analizadas, así como la altitud, clima y otros factores abióticos que influyen considerablemente en las características de los recursos vegetales, especialmente en el contenido de metabolitos tanto primarios como secundarios [21]. Los compuestos polifenólicos y en particular los flavonoides, están ampliamente distribuidos en el reino vegetal y su presencia se asocia a varias actividades farmacológicas y beneficios alimenticios, se han reportado varios estudios en los cuales se ha determinado una amplia variedad de este tipo de metabolitos [10], [22].

Los resultados de capacidad antioxidante no se comparan con los resultados obtenidos por Kosinska y colaboradores [4], en el cual se utilizaron desperdicios de otras variedades de *Persea americana* que presentan una alta actividad antioxidante y una variada presencia de metabolitos que pueden ser responsables de esta y otras actividades farmacológicas o aplicaciones industriales, como por ejemplo su uso como antioxidantes alimentario [11] y en el que además detalla una actividad antioxidante en relación a Trolox de semilla de las variedades Hass de 58 mmol Trolox/g material fresco y para Fuerte de 96,09 mmol Trolox/g material fresco.

Aunque se puede observar una concentración similar de saponinas en las muestra analizadas, la variación de resultados entre los dos métodos es considerablemente alta y se observa también que los Coeficientes de varianza son menores en los resultados obtenidos por el método UV/VIS con ácido sulfúrico, aunque este método puede resultar tedioso y complicado por la utilización de reactivos altamente corrosivos y un proceso de calentamiento, es más confiable y reproducible que el método espumoso, en el cual influyen factores, el más importante, que es un método estandarizado para muestras con baja concentración de saponinas, ambos métodos deben ser adaptados a este tipo de muestras que tienen una concentración de saponinas bastante alta, sin embargo el método UV/VIS reacción con ácido sulfúrico fue estandarizado para muestras de *Sapindus saponaria* L [23] en el cual se determinó un valor de $r^2 = 0.9966$, los valores obtenidos por este método se correspon-

den con los valores determinados por HPLC para esta misma especie en investigaciones previas, no se encuentran referencias de la determinación de saponinas en *Persea americana*, especialmente de las especies estudiadas por lo cual no se puede corroborar esta concentración, sin embargo Ramírez [5] reporta la concentración de saponinas en hojas de *Persea americana* determinadas por métodos gravimétrico con valores entre 37-113 mg/g DM.

Conclusiones e implicaciones sociales

- Se analizó la composición proximal, los resultados de las pruebas fitoquímicas de los extractos, el contenido de flavonoides, fenoles y saponinas de la cáscara y semilla del aguacate variedad Hass y Fuerte.
- Además, se obtuvo la capacidad antioxidante de las cáscaras de estas dos variedades.
- Esta investigación permite conocer la composición y el potencial uso de los dos subproductos para fines industriales tanto en el ámbito farmacéutico, alimentario y cosmético.

Reconocimientos

Agradecemos la colaboración al personal de la Granja Experimental Tumbaco del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias por facilitarnos las muestras de aguacate, al Laboratorio de Oferta de Servicios y Productos de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Central del Ecuador por permitirnos realizar los análisis bromatológicos y a las Químicas en Alimentos Alexandra Aymacaña y Shirley Triguero, y a la Química Farmacéutica Jéssica Rumipamba por su colaboración en la realización de los análisis.

Referencias

[1] FAO. *FAOSTAT*. FAO. [citado el 3 de enero de 2020]. Disponible en: https://www.fao.org/faostat/es/#data

[2] Viera A., Sotomayor A. & Viera W. (2016). Potencial del cultivo de aguacate (persea americana mill) en Ecuador como alternativa de comercialización

en el mercado local e internacional. *Revista Científica y Tecnológica UPS*, 3(3):1–9. Disponible en: http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/3856
[3] FAO. (2019). *Food Loss and Food Waste*. FAO. [citado el 9 de febrero de 2021]. Disponible en: https://www.fao.org/food-loss-and-food-waste/flw-data.
[4] Kosińska A., Karamać M., Estrella I., et al. (2012). Phenolic Compound Profiles and Antioxidant Capacity of Persea americana Mill. Peels and Seeds of Two Varieties. *American Chemical Society*, 60(18):4613–4619. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1021/jf300090p
[5] Ramírez JM., Mariezcurrena MD., Pinzón DL. et al. (2021). Ethanol and aqueous extracts characterization from guava (Psidium guajava L.) and avocado (Persea americana Mill.) residues. *Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 41(3). Disponible en: http://dx.doi.org/10.1590/fst.11620
[6] Figueroa JG., Borrás-Linares I., Lozano-Sánchez J. & Segura-Carretero A. (2018). Comprehensive identification of bioactive compounds of avocado peel byliquid chromatography coupled to ultra-high-definition accurate-mass Q-TOF. *Food Chemistry*, 245(15):707–16. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.12.011
[7] Bressani R., Rodas B. & de Ruiz AS. (2006). *La Composición Química, Capacidad Antioxidativa y Valor Nutritivo de la Semilla de Variedades de Aguacate*. Guatemala: Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología; Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología; Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología; Universidad del Valle de Guatemala. Disponible en: http://glifos.senacyt.gob.gt/digital/fodecyt/fodecyt%202006.02.pdf
[8] Domínguez MP., Araus K., Bonert P. et al. (2014). The Avocado and Its Waste: An Approach of Fuel Potential/Application. En: Lefebvre G., Jiménez E., Cabañas B. (eds) Environment, Energy and Climate Change II. *The Handbook of Environmental Chemistry*, 34:199–223. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/698_2014_291
[9] Dabas D., Shegog RM., Ziegler GR. & Lambert JD. (2013). Avocado (*Persea americana*) Seed as a Source of Bioactive Phytochemicals. *Current Pharmaceutical Design*, 19(34):6133–40. Disponible en: http://dx.doi.org/10.2174/1381612811319340007
[10] Bhuyan DJ., Alsherbiny MA., Perera S. et al. (2019). The Odyssey of Bioactive Compounds in Avocado (*Persea americana*) and Their Health Bene-

fits. *Antioxidants*, 8(10):426. Disponible en: https://doi.org/10.3390/antiox8100426
[11] Rodríguez-Carpena JG., Morcuende D., et al. (2011). Avocado (*Persea americana Mill.*) phenolics, in vitro antioxidant and antimicrobial activities, and inhibition of lipid and protein oxidation in porcine patties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59(10):5625–5635. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1021/jf1048832
[12] Hiai S., Oura H., Hamanaka H. & Odaka Y. (1975). A color reaction of panaxadiol with vanillin and sulfuric acid. *Planta Med*, 28(6):131–138. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1055/s-0028-1097841
[13] Dabas D., Elias RJ., Lambert JD. & Ziegler GR. (2011). A Colored Avocado Seed Extract as a Potential Natural Colorant. Journal of Food Science, 76(9):C1335–1341. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1111/j.1750-3841.2011.02415.x
[14] Satyajit SD., Latif Z. & Gray A. (eds.). *Natural Products Isolation.* 2da edición. Humana Press; 2006.
[15] Skerget M., Kotnik P., Hadolin M. et al. (2005). Phenols, proanthocyanidins, flavones and flavonols in some plant materials and their antioxidant activities. *Food Chemistry*; 89(2):191–198. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.02.025
[16] Donald DM., Valencia EF., Cuyos M. & Dueñas R. (2005). Extracción, identificación y evaluación de saponinas en Agaricus Bisporus. *Biotempo*, 5:31–36. Disponible en: http://dx.doi.org/10.31381/biotempo.v5i0.889
[17] Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2013). Quinua. *Determinación del contenido de saponinas.* NTE INEN 1673:2013. Ecuador: INEN.
[18] Le AV, Parks SE, Nguyen MH, Roach PD. Improving the Vanillin-Sulphuric Acid Method for Quantifying Total Saponins. *Technologies,* 2018;6(3):84. Disponible en: http://dx.doi.org/10.3390/technologies6030084
[19] Pengelly A. (2004). *The Constituents of Medicinal Plants. An introduction to the chemistry and therapeutics of herbal medicine.* Australia: Allen & Unwin.
[20] Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2013). *Quinua. Determinación del contenido de saponinas por medio del método espumoso (Método de rutina).* NTE INEN 1672:2013. Ecuador: INEN. Disponible en: https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/1672-1R.pdf

[21] Zapata JE. et al. (2018). *El cultivo de aguacate (Persea americana) en el Occidente de Antioquia.* Primera edición. Colombia: Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA). Centro Tecnológico, Turístico y Agroindustrial del Occidente Antioqueño.

[22] Chil-Núñez I., Molina-Bertrán S., Ortiz-Zamora L., Dutok C. & Souto R. (2019). State of the Art of the specie Persea americana Mill (avocado). *Amazonia Investiga*, 8(21):73–86. Disponible en: https://amazoniainvestiga.info/index.php/amazonia/article/view/49

[23] Borja Espín DP. & Anchapaxi Socasi RM. (2020). A*ctividad antiinflamatoria de las saponinas presentes en el pericarpio de frutos de Sapindus saponaria L. (jaboncillo) de tres localidades de la Sierra.* Ecuador: Universidad Central del Ecuador. Disponible en: http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/22045

[24] Domínguez XA. (1973). *Métodos de Investigación Fitoquímica.* México: Centro Regional de Ayuda Técnica.

[25] Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos. (2013). *Actividad emolitica.* México: FEUM.

[26] KRÜSS. *Surface tension.* KRÜSS Advancing your Surface Science. Disponible en: https://www.kruss-scientific.com/en/know-how/glossary/surface-tension

[27] Le AV., Parks SE., Nguyen MH. & Roach PD. (2018). Improving the Vanillin-Sulphuric Acid Method for Quantifying Total Saponins. *Technologies,* 6(3):84. Disponible en: http://dx.doi.org/10.3390/technologies6030084

[28] Bhuyan DJ., Alsherbiny MA., Perera S. et al. (2019). The Odyssey of Bioactive Compounds in Avocado (Persea americana) and Their Health Benefits. *Antioxidants*, 8(10):426. https://doi.org/10.3390/antiox8100426.

[29] Segovia FJ., Hidalgo GI., Villasante J., Ramis X. & Almajano MP. (2018). Avocado Seed: A Comparative Study of Antioxidant Content and Capacity in Protecting Oil Models from Oxidation. *Molecules*, 23(10):2421. Disponible en: http://dx.doi.org/10.3390/molecules23102421

Estudio farmacognóstico y químico de Chuquiraga jussiuei J.F. Gmel (Asteraceae)

Pharmacognostic and chemical study of Chuquiraga jussiuei J.F. Gmel (Asteraceae)

C. E. Viteri-Poveda[1], *R. Mangas-Marín*[2],
I. Chóez-Guaranda[3], *M. Miranda-Martínez* (†) [4]

1 Carlos Ernesto Viteri Poveda. MSc. Investigaciones Clínicas y Epidemiológicas. Profesor. Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Químicas. Guayaquil. Ecuador. carlos.viterip@ug.edu.ec.

2 Raisa Mangas Marín. PhD. Ciencias Farmacéuticas. Profesora. Universidad de La Habana. Instituto de Farmacia y Alimentos. La Habana. Cuba. raisam@ifal.uh.cu

3 Iván Andrés Chóez Guaranda. Magister en Biociencias Aplicadas con mención en Biodescubrimiento. Investigador. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Centro de Investigaciones Biotecnológicas de Ecuador. Guayaquil. Ecuador. iachoez@espol.edu.ec

4 Migdalia Miranda Martínez. PhD. Ciencias Químicas. Profesora. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas. Departamento de Ciencias Químicas y Ambientales. Guayaquil. Ecuador. mgmiran@espol.edu.ec

Introducción

Chuquiraga jussieui J.F. Gmel usada tradicionalmente por sus virtudes terapéuticas; se le atribuyen diferentes propiedades, dependiendo de la parte de la planta y de su preparación. Sus hojas y flores se utilizan como cicatrizantes, antiinflamatorio, diurético y antiséptico de las vías urinarias y próstata, pero las evidencias científicas son escasas. Se ha informado la capacidad antioxidante de todos sus órganos vegetales, así como la actividad diurética de hojas y raíces. Sobre su composición química no existe información. En el presente capítulo se detalla el estudio que tuvo como objetivos la caracterización morfoanatómica de las flores y hojas, su composición química cualitativa a través de tamizaje fitoquímico y la determinación de los componentes presentes en los extractos de baja polaridad, utilizando la cromatografía gaseosa acoplada a espectrometría de masas. A través de tamizaje fitoquímico se detectaron compuestos grasos, triterpenos, esteroles, compuestos fenólicos y flavonoides, entre otros. Por cromatografía gaseosa acoplada a espectrometría de masas se asignaron las estructuras del lupeol, acetato de taraxasterol, β-amirina, ácido linolénico y otros ácidos grasos libres y metilados, entre otros. De esta forma, se contempla el hecho de que la composición química de la especie se informa por primera vez.

Ecuador se encuentra entre los países con mayor biodiversidad del mundo, y alberga alrededor de 17 000 especies de plantas vasculares, de las cuales, solo un tercio de ellas son utilizadas de forma diversa por la población, principalmente para aplicaciones medicinales. No obstante, la mayoría de las especies no cuentan con estudios de composición química o de sus posibles actividades biológicas [1], [2].

Como resultado del metabolismo secundario de las plantas, estas elaboran una serie de compuestos bioactivos cuya función principal es protegerlas de patógenos, insectos y otros tipos de estrés ambiental. Estos bioactivos presentan diversas propiedades biológicas beneficiosas, como antimicrobianas, antiinflamatorias, anticancerígenas, diuréticas, cicatrizantes y analgésicas, por solo mencionar algunas, por lo que forman parte importante de la formulación de productos farmacéuticos y se utilizan como materia prima para el desarrollo de nuevos fármacos [3], [4].

En los Andes, desde el suroeste de Colombia hasta el centro de Chile y por toda la Patagonia argentina, se encuentran distribuidas el mayor número de las especies del género *Chuquiraga* y se diversifica principalmente en los desiertos y semidesiertos de América del Sur. En Ecuador dos especies son representativas del género: *Chuquiraga arcuata* Harling y *Chuquiraga jussieui* J.F. Gmel, ambas se encuentran siempre a más de 3000 metros sobre el nivel del mar (msnm) [5].

C. jussieui se utiliza desde la antigüedad por la población nativa del Ecuador y otros países de la región, donde se le conoce por sus nombres comunes: flor del caminante, flor de los Andes, chuquiraga y chuquiraguac. Es una especie botánica con flores de la familia Asteraceae (Figura 1) y es considerada la "Flor Nacional del Ecuador" [6].

Figura 1. Foto *Chuquiraga jussieui* J.F Gmel



Fuente: Tomada por el autor durante su colección. Abril 2020, cantón Colta Chimborazo

Chuquiraga jussieui J.F. Gmel ha sido usada tradicionalmente por sus virtudes terapéuticas; se le atribuyen diferentes propiedades, dependiendo de la parte de la planta y de su preparación, pero las evidencias de estudios científicos son escasas [7]. Las hojas y los tallos macerados en alcohol se utilizan para tratar el reumatismo, la fiebre y la inflamación. La resina se

utiliza como cataplasma en heridas y para aliviar el dolor causado por dislocaciones y fracturas. La infusión o decocción de partes aéreas también se emplea para tratar diversas enfermedades como las de la próstata, estómago, quemaduras, heridas superficiales, úlceras y también se usa como antipirético. Efectos como: antioxidante, antiinflamatorio y antibiótico, entre otros, también han sido reportados en estudios experimentales, sugiriendo su posible uso para una amplia variedad de patologías [8]-[11].

Los extractos metanólicos de *Chuquiraga straminea* Sand (Asteraceae) muestran la presencia de quercetina-3-O-glucósido, quercetina-3-O-rutinósido, kaempferol-3-O-glucósido y kaempferol-3-O-rutinósido. Sus extractos totales demuestran actividad antioxidante por los métodos de 2,2-difenil-1-picrilhidrazil (DPPH) y 2,2´-azino-bis(ácido 3-etilbenzotiazolina-6-sulfónico (ABTS) con concentración inhibitoria media (IC_{50}) de 14,5 y 34,9 mg/mL, y se observan una correlación positiva significativa entre la actividad antioxidante y los fenoles totales [12].

El estudio del extracto clorofórmico de las hojas de *Chuquiraga lessing* permite la identificación de flavonoides, triterpenos, esteroides, alcaloides, taninos, compuestos fenólicos, lactonas sesquiterpénicas y la elucidación estructural de 5,6,7-trihidroxi-4'-metoxiflavona; 3',5,6,7-tetrahidroxi-4'-metoxiflavanona; 4',5,7,8-tetrahidroxiflavona y 5,7,8-trihidroxi-4'-metoxiflavona. La capacidad secuestradora del radical DPPH es de 86,4 % (300 µg/mL) e *in vivo* aumenta la actividad de las enzimas antioxidantes catalasa (2146,8 UI/mL sangre); superóxido dismutasa (10,12 UI/mL sangre) y reduce la lipoperoxidación como malondialdehido (3,6 µmol/mL sangre) a 300 mg/kg de peso. La mayor actividad antiinflamatoria del extracto es a 300 mg/kg (39,1 %) y la actividad inmunomoduladora a 200 mg/kg (48,23 %) [13].

En un estudio de la especie colectada en Ecuador, se informan los parámetros fisicoquímicos de la droga seca de diferentes órganos de la planta, el estudio químico cualitativo, la cuantificación de fenoles y flavonoides totales y la actividad antioxidante por los métodos de Poder Antioxidante ferro reductor (FRAP), DPPH y ABTS [14]. Otros estudios de los extractos acuosos de las partes aéreas sugieren la presencia de triterpenos y/o esteroides, compuestos fenólicos [15], resinas y flavonoides, estos últimos, también se identifican por cromatografía en placa delgada [5]. Además, se

demuestran sus propiedades antioxidantes, al inhibir la hemólisis de los eritrocitos (CI_{50} = 64,89 mg/L) [10] e hipoglicemiante a partir de una concentración de 400 mg/Kg, [16].

Este trabajo tiene como objetivos la caracterización morfoanatómica de las flores y hojas, su composición química cualitativa a través de tamizaje fitoquímico y la determinación de los componentes presentes en los extractos de baja polaridad, utilizando la cromatografía gaseosa acoplada a espectrometría de masas.

Métodos

Recolección y secado

La planta completa de *Chuquiraga jussieui* JF Gmeil fue recolectada el 27 de abril de 2019, en los Andes ecuatorianos, en el Lirio, cantón Colta, Chimborazo a una altitud promedio de 3212 msnm., con las siguientes coordenadas 1°42′S 78°45′O.

La caracterización taxonómica fue realizada por el MSc Xavier Cornejo del herbario de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad de Guayaquil, donde se le asignó el vaucher: L. Allauca s.n.

Los diferentes órganos vegetales fueron separados, lavados con abundante agua corriente y secados en estufa marca Mettler Toledo de recirculación de aire a 50 °C, hasta peso constante. Las muestras secas se trituraron en un molino artesanal manual de cuchillas y se guardaron en frascos de cristal de color ámbar.

Evaluación macromorfológica de las flores y hojas

Se realizó una valoración de las características macromorfológicas de la especie, considerándose la disposición de las hojas sobre el tallo, forma y borde y las características de las flores (cáliz, pistilo, pétalos). Las observaciones se realizaron a simple vista y con ayuda de un microscopio estéreo NTB-2B, de fabricación china, empleando cámara modelo HDCE-50B [17].

Evaluación morfoanatómica de las flores y hojas

Para el análisis histológico se trabajó con las drogas en polvo de cada órgano vegetal, las que fueron aclaradas con hipoclorito de sodio al 1 % y

posteriormente coloreadas con safranina al 1 % en agua. Las muestras se fijaron con gelatina glicerinada, según los procedimientos descritos [18], [19].

Para visualizar los diferentes caracteres anatómicos internos del vegetal se empleó un microscopio NOVEL (lente 10X), de procedencia china, con cámara acoplada modelo HDCE-50B.

Identificación de metabolitos secundarios por tamizaje fitoquímico

El tamizaje fitoquímico se le realizó a la droga cruda (flores y hojas), según procedimiento descrito por Miranda y Cuéllar [17]. Se utilizó un sistema de extracción con una batería de disolventes, de menor a mayor polaridad, sobre el mismo material vegetal, para lograr que cada metabolito fuera extraído adecuadamente según su selectividad por el disolvente empleado. La droga cruda se extrajo sucesivamente con éter de petróleo (30-40 ºC), etanol absoluto y agua, para obtener los extractos correspondientes. Los reactivos empleados fueron de la firma Sigma Aldrich.

Obtención de extractos

Los extractos de flores y hojas fueron obtenidos empleando un equipo Soxhlet de 200 mL, partiendo de 20 g de cada droga y 150 mL de hexano (Sigma Aldrich), por un tiempo de 2 h. Los extractos hexánicos se destilaron en evaporador rotatorio Heildoph Laborota modelo 4001 efficient con baño de agua digital HB a presión reducida, 50 rpm y temperatura de 40 °C, hasta un volumen de 10 mL, los cuales se conservaron en refrigeración hasta su posterior análisis.

Identificación de compuestos mediante cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (CG-EM)

La separación e identificación de compuestos se efectuó en un equipo de cromatografía de gases acoplado a espectrometría de masas (CG-EM) marca Agilent Technologies (sistema 7890A GC y 5975C inerte XL MSD con detector de triple eje). Se empleó una columna capilar DB-5MS (30 m × 0.25 mm) con fenil metilpolisiloxano (0.25 μm de espesor de película) como fase estacionaria y helio como gas de arrastre (1,2 mL/min). La inyección de 1 uL de muestra se efectuó a 250 °C, la temperatura del horno se mantuvo en

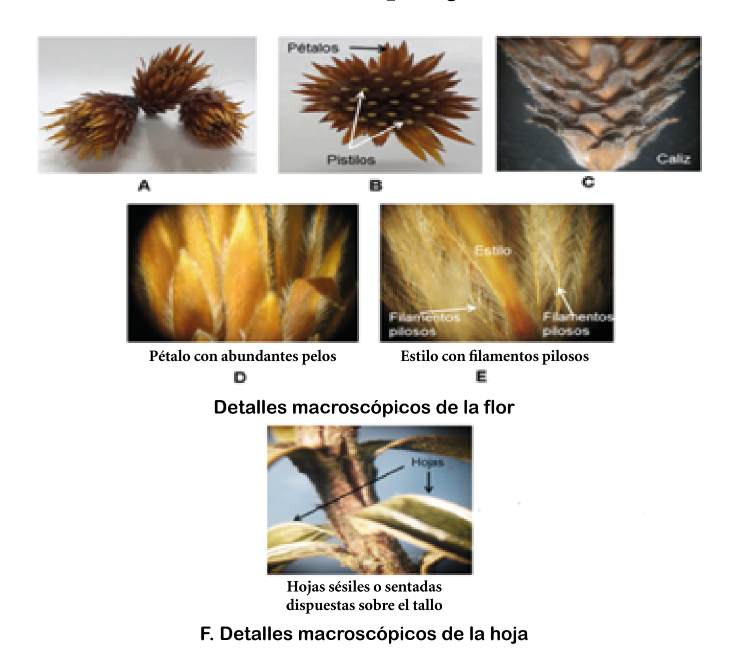
70 °C por 2 minutos, se incrementó hasta 300 °C a 5 °C/min y se mantuvo a 300 °C por 6 minutos. La temperatura de la línea de transferencia fue de 280 °C. Posteriormente, la identificación de los compuestos separados se realizó mediante comparación con los espectros de masas de la librería NIST 2011 y lo informado en la literatura. Se utilizó una ionización de electrones de 70 eV con una temperatura de 230 °C en la fuente de iones y los datos fueron adquiridos empleando el modo de barrido completo (40-550 unidades de masa atómica (uma)), en el analizador de masas de cuadrupolo.

Resultados

Análisis macromorfológico

En la figura 2 se ilustran las características macromorfológicas de los dos órganos vegetales analizados.

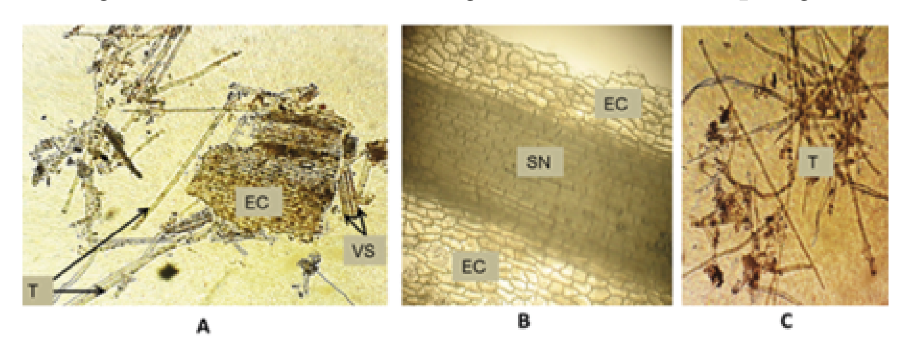
Figura 2. Detalles macromorfológicos de flores (A-E) y hojas (F) de Chuquiragua



Análisis micromorfológico

En la figura 3 se detallan algunas características microscópicas de la droga en polvo de la flor.

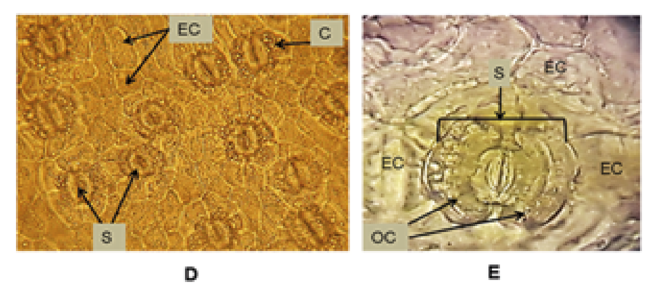
Figura 3. Detalles micromorfológicos de la flor de Chuquiragua



T. tricomas, EC: células epidérmicas, VS: fragmento de sistema vascular, NS: nervio secundario

En la figura 4 se visualizan algunos elementos de la sección planar de la epidermis de la hoja.

Figura 4. Detalles micromorfológicos de la hoja de Chuquiragua



S: estomas. EC: células epidérmicas, OC: células oclusivas

Identificación de metabolitos secundarios por tamizaje fitoquímico

El tamizaje fitoquímico es uno de los aspectos considerados de interés en el estudio de una droga ya que permite determinar de forma cualitativa la composición aproximada de metabolitos en un extracto. Consiste en ejecutar reacciones químicas basadas en cambios colorimétricos, fluorescencia, for-

mación de precipitados, etc. En este caso, se realizó el tamizaje a los extractos etéreo, alcohólico y acuoso de flores y hojas de chuquiragua. En la tabla 1 se muestran los resultados de los tres extractos ensayados para cada órgano vegetal estudiado. Como se puede apreciar, los órganos estudiados mostraron una composición química similar desde el punto de vista cualitativo.

Tabla 1. Tamizaje fitoquímico de las drogas crudas de *Chuquiragua*

Ensayos	Metabolitos	EE		EAlc		EAc	
		F	H	F	H	F	H
Sudan	Aceites y compuestos grasos	++	++				
Dragendorff	Alcaloides	-	-	±	±	-	-
Mayer	Alcaloides	-	-	±	±	-	-
Wagner	Alcaloides	-	-	±	±	-	-
Baljet	lactonas/ coumarinas	-	-	-	+		
Lieber-mann-Burchard	triterpenoides/esteroides	++	++	+	+		
Resina	Resina			-	-		
Cloruro de hierro III	taninos/fenoles			++	++	++	++
Espuma	Saponinas			+	+	+	+
Ninhidrina	Aminoácidos			±	±		
Börntrager	Quinonas			-	-		
Shinoda	Flavonoides			++	++	++	++
Kedde	Cardiotónicos			-	-		
Antocianidina	Antocianidinas			+	++		
Catequinas	Catequinas			-	-		
Fehling	sustancias reductoras			+	++	+	+
Mucílago	Mucílagos					-	-

Leyenda: EE: extracto etéreo; EAlc: extracto alcohólico; EAc: extracto acuoso; + ensayo positivo; ++ ensayo muy positivo; - ensayo negativo; ± ensayo dudoso, F: flores, H: hojas.

Análisis de los extractos mediante cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (CG-EM)

En la figura 5 se muestran los perfiles cromatográficos de los extractos hexánicos de las flores y hojas de la especie estudiada. Los cromatogramas mostraron una gran cantidad de picos cromatográficos de diferentes intensidades a partir de los 10 minutos y hasta los 53 minutos aproximadamente, observándose la mayor complejidad después de los 25 minutos. Se observó una mayor intensidad y un mayor número de picos cromatográficos en el extracto de las flores que en el de las hojas.

Figura 5. Perfiles cromatográficos de los extractos hexánicos de a) flores y b) hojas de *Chuquiragua*

En la tabla 2 se exponen los compuestos identificados por comparación de sus espectros de masas con los de la biblioteca del equipo y la literatura. Como se observa, se pudieron identificar un mayor número de compuestos para el extracto de las hojas que para el de las flores.

Tabla 2. Compuestos identificados en extractos hexánicos de flores y hojas de *Chuquiragua*

Tiempo de retención (minutos)	Compuesto	Fórmula molecular	Porcentaje de área (%)[a]	
			Flores	Hojas
10,496	Dodecano	$C_{12}H_{26}$	0,06 ± 0,01	0,10 ± 0,02
25,783	Neofitadieno	$C_{20}H_{38}$	nd	0,15 ± 0,03
28,447	Ácido hexadecanoico	$C_{16}H_{32}O_2$	1,88 ± 0,14	6,17 ± 0,29
30,924	Heneicosano	$C_{21}H_{44}$	0,25 ± 0,01	0,07 ± 0,01
31,626	Ácido 9,12-octadecadienoico	$C_{18}H_{32}O_2$	2,32 ± 0,15	nd
31,734	Ácido 9,12,15-octadecatrienoico	$C_{18}H_{30}O_2$	1,82 ± 0,14	12,74 ± 1,36
32,079	Ácido octadecanoico	$C_{18}H_{36}O_2$	0,13 ± 0,01	0,32 ± 0,04
34,440	Tricosano	$C_{23}H_{48}$	0,49 ± 0,02	0,12 ± 0,01
35,110	Lactona del ácido 4-hidroxi-4,8,12,16 -tetrametilheptadecanoico	$C_{21}H_{40}O_2$	0,03 ± 0,00	0,09 ± 0,02
35,314	9-Octadecenamida	$C_{18}H_{35}NO$	0,12 ± 0,02	0,32 ± 0,04
37,668	Pentacosano	$C_{25}H_{52}$	0,32 ± 0,02	0,27 ± 0,02
39,190	Hexacosano	$C_{26}H_{54}$	0,05 ± 0,00	nd
40,703	Heptacosano	$C_{27}H_{56}$	1,78 ± 0,08	1,96 ± 0,14
41,663	13-Docosenamida	$C_{22}H_{43}NO$	0,11 ± 0,02	0,23 ± 0,05
42,098	Octacosano	$C_{28}H_{58}$	0,40 ± 0,02	0,17 ± 0,02
42,210	Escualeno	$C_{30}H_{50}$	0,10 ± 0,01	0,18 ± 0,04
43,559	Nonacosano	$C_{29}H_{60}$	7,10 ± 0,37	2,70 ± 0,18
45,059	beta-Tocoferol	$C_{28}H_{48}O_2$	0,21 ± 0,02	nd
46,299	alfa-Tocoferol	$C_{29}H_{50}O_2$	1,26 ± 0,07	0,32 ± 0,03
47,911	Ursa-9(11),12-dien-3-ol	$C_{30}H_{48}O$	0,30 ± 0,03	0,55 ± 0,03
49,122	beta-Amirina	$C_{30}H_{50}O$	12,96 ± 0,14	16,96 ± 0,42
49,266	Lupenona	$C_{30}H_{48}O$	0,77 ± 0,03	0,79 ± 0,12
49,802	Lupeol	$C_{30}H_{50}O$	15,80 ± 0,33	22,12 ± 0,56
50,580	Epi-psi-taraxastanonol	$C_{30}H_{50}O_2$	0,75 ± 0,01	nd
51,196	Acetato de taraxasterol	$C_{32}H_{52}O_2$	23,26 ± 0,62	nd
51,532	Taraxasterol	$C_{30}H_{50}O$	0,94 ± 0,02	nd

[a] Valores promedios (n=3) ± desviación estándar, nd: no detectado.

Discusión

La evaluación macromorfológica permite observar flores diapétalas, con pétalos agudos en los extremos (A, B) y con abundantes pelos (D); los pistilos (B) prominentes. En el cáliz de la flor, uno de los dos verticilos que conforman el periantro de las flores está formado por un conjunto de sépalos muy pilosos. En la disección longitudinal de la flor (E) se visualiza en su parte central el estilo, rodeado de un conjunto de filamentos muy pilosos.

Las hojas (F) son sésiles o sentadas, dispuestas de forma decusadas sobre el tallo, forma lanceolada, bordes lisos que terminan en espinas. Para el género y la especie, solo existe una referencia de 1985 [20] y los resultados concuerdan con los informados (fig. 2).

Para el análisis morfoanatómico de la droga en polvo de las flores no se registra información anterior; se observa una sección de las células epidérmicas de los pétalos con abundantes triocomas en forma pelos; se puede distinguir un pequeño fragmento de un elemento del sistema vascular (A). Una ampliación de una sección de la imagen anterior muestra células epidérmicas de forma variable, y en la parte central se observa un nervio secundario (B), así como abundantes tricomas del tipo pluricelular (C) (fig. 3).

En una sección planar de la epidermis de la hoja (D) se puede observar células epidérmicas, hexagonales de formas irregulares, numerosas estomas del tipo anomocítico (estoma rodeado de cuatro o más células que no difieren del resto de las células epidérmicas) [21] y acompañadas de pequeñas estructuras circulares que pudieran ser cloroplastos, que debido al proceso de decoloración no pueden ser observadas las tonalidades verdes. En una imagen ampliada de una estoma (E) se observan las células oclusivas de la estoma, la apertura y las células epidérmicas acompañantes (fig.4).

Con relación al tamizaje fitoquímico se aprecia (tabla 1), que en los extractos etéreos resulta notoria la presencia de compuestos grasos y triterpenoides/esteroides, siendo intensos los ensayos de éstos últimos en ambos órganos vegetales.

En los extractos hidroalcohólicos se notan algunas diferencias en cuanto al ensayo de Baljet (cumarinas) el cual fue positivo solamente para el extracto de hojas. Por su parte, en el ensayo de Ninhidrina el resultado es dudoso para los extractos de flores y hojas al igual que el de alcaloides. En este

género la presencia de alcaloides es escasa y el resultado falso positivo puede ser debido a la presencia de azúcares y/o compuestos de naturaleza fenólica los cuales pueden dar reacciones con los reactivos de alcaloides. En los demás ensayos no se perciben diferencias importantes en la composición química determinada por tamizaje fitoquímico, pero sí en las tonalidades de color para algunos, manifestándose de forma muy evidente en los compuestos de naturaleza fenólica (taninos, flavonoides, antocianidinas). Se evidencian en ambos órganos resultados positivos para saponinas y sustancias reductoras, además de confirmarse la presencia de triterpenoides/esteroides.

Los extractos acuosos también se destacan por la presencia de compuestos de naturaleza fenólica, siendo igualmente intensos los ensayos en flores y hojas, saponinas y sustancias reductoras. Por otra parte, el resultado negativo para alcaloides sugiere la ausencia de este tipo de metabolitos, lo que puede confirmar la hipótesis planteada anteriormente.

La composición química cualitativa sugerida está en correspondencia con lo informado anteriormente para el género y la especie. Estudios fitoquímicos del género *Chuquiragua* revelan la presencia de flavonoides, triterpenos y esteroles, saponinas, entre otros [12], [13], [22], [23]. Por su parte, el estudio preliminar de *Chuquiragua jussieui* ha permitido detectar flavonoides, saponinas, mucílagos, triterpenos y/o esteroides, taninos pirocatecólicos, fenoles, compuestos grasos, antocianidinas y azúcares reductores [5], [24], [25].

En el estudio químico a través del sistema acoplado cromatografía gaseosa-espectrometría de masas (fig. 5, tabla 2), se identifican 25 compuestos para el extracto hexánico de las flores y 20 para las hojas. De los compuestos identificados, 19 se encuentran presentes en ambos órganos vegetales con diferencias cuantitativas.

El análisis permite detectar en las flores cinco ácidos grasos (6,18 % del contenido total detectado), nueve hidrocarburos de cadena larga (10,55 %), dos amidas (0,23 %) y siete triterpenos (54,78 %). En las hojas igualmente el mayor contenido le corresponde a los triterpenos (40,42 %), a pesar de que solo se identifiquen cuatro, y el menor a las amidas (0,55 %). Además, se detectan cuatro ácidos grasos (19,32 %) y los mismos hidrocarburos, pero en menor proporción (5,72 %). Los seis compuestos ausentes en las hojas se encuentran en baja abundancia relativa en las flores, excepto el ácido 9,12-octadecadienoico y el acetato de taraxasterol que se encuentran en cantidades

nada despreciables. Un comportamiento similar tiene el neofitadieno que no es identificado en las flores y su contenido es muy bajo en las hojas. La ausencia de estos metabolitos en los órganos vegetales estudiados no da la certeza de que no estén presentes pudiéndose asumir, entre otras cuestiones, que dada su poca abundancia en el extracto analizado no fueron detectados por el equipo. Por su parte, la presencia de la mayoría de los compuestos tanto en las flores y como en las hojas sugiere la abundancia de los mismos en la especie.

Los compuestos mayoritarios identificados para las flores son: acetato de taraxasterol, lupeol y β-amirina; mientras que en las hojas se encuentran el lupeol, β-amirina y ácido linolénico.

Estos resultados concuerdan con los que exhibe el tamizaje fitoquímico para el extracto de baja polaridad.

Con relación a las actividades biológicas de los compuestos mayoritarios se puede señalar que tanto a los metabolitos secundarios como a varias especies que los contienen se les han realizados estudios biológicos y para el acetato de taraxasterol se informan propiedades contra los desórdenes neurológicos [26], antituberculoso [27], regulador hormonal [28] y antibacterial [29]; para el lupeol se informan actividades antiinflamatorias y anticancerígena [30], [31], gastroprotectora [32] y antioxidante [33]. Estas propiedades se informan de igual forma para la β-amirina [34], [35]. El ácido linolénico, también conocido como omega 3, es esencial para los mamíferos porque disminuye el riesgo de enfermedades cardiovasculares, asociado fundamentalmente, a su capacidad para reducir los niveles de triglicéridos séricos y la inflamación [36], [37].

Es importante señalar que para la especie no existe información anterior respecto a su composición química, por lo que los resultados planteados en este trabajo constituyen el primer informe para la especie. No obstante, se considera se debe continuar trabajando con los extractos de mayor polaridad, así como los otros órganos vegetales para poder identificar los metabolitos secundarios presentes en la especie.

Conclusiones e implicaciones sociales

- Se informan las características morfoanatómicas de las flores y hojas de la especie para las cuales no existían informes anteriores.

- La composición química cualitativa responde con lo reportado para la especie.
- Se identifican por primera vez para la especie 25 compuestos para el extracto hexánico de las flores y 20 para las hojas.
- Los componentes mayoritarios del extracto de las flores fueron el acetato de taraxasterol, el lupeol y la β-amirina, mientras que en las hojas lo fueron el lupeol, la β-amirina y el ácido linolénico.

Reconocimientos

Al Instituto de Farmacia y Alimentos y al Centro de Investigaciones Biotecnológicas de Ecuador por el apoyo brindado para la realización de estos estudios.

Referencias

[1] De la Torre L., Cerón CE., Balslev H. & Borchsenius F. (2012). A Biodiversity Informatics Approach to Ethnobotany: Meta-analysis of Plant Use Patterns in Ecuador. *Ecology and Society*, 17(1):15. Disponible en: http://dx.doi.org/10.5751/ES-04582-170115

[2] Eliaser EM., Ho JH., Hashim NM., Rukayadi Y., Ee GC. & Razis AF. (2018). Phytochemical Constituents and Biological Activities of Melicope lunu-ankenda. *Molecules*, 23(10):2708. Disponible en: https://doi.org/10.3390/molecules23102708

[3] Shaikh JR. & Patil MK. (2020). Qualitative tests for preliminary phytochemical screening: An overview. *International Journal of Chemical Studies*, 8(2):603–8. Disponible en: http://dx.doi.org/10.22271/chemi.2020.v8.i2i.8834

[4] Rivadeneira AD., Cedeño UA., Manso EO. et al. (2014). Análisis fitoquímico y de seguridad de los extractos de Chuquiraga jussieui J. F. Gmell. *Centro Agrícola,* 41(2):79–84. Disponible en: http://cagricola.uclv.edu.cu/descargas/pdf/V41-Numero_2/cag132141977.pdf

[5] Villagran C., Romo M. & Castro V. (2003). Etnobotánica del sur de los Andes de la primera región de Chile: un enlace entre las culturas altiplánicas y las de quebradas altas del Loa superior. *Chungará (Arica)*, 35(1):73–124. Disponible en: http://dx.doi.org/10.4067/S0717-73562003000100005

[6] Viteri-Poveda CE., Gutiérrez-Gaitén YI., Carrillo-Lavid G. & Miranda-Martíez M. (2020). Pharmacognostic Study and Evaluation of the Antioxidant Activity of Chuquiraga jussieui J.F. Gmel (Asteraceae). *Acta Scientific Pharmacology*, 1(8):3–14. Disponible en: https://actascientific.com/ASPC/pdf/ASPC-01-0047.pdf
[7] Alberto MR., Zampini IC. & Isla MI. (2009). Inhibition of cyclooxygenase activity by standardized hydroalcoholic extracts of four Asteraceae species from the Argentine Puna. *Braz J Med Biol Res*, 42(9):787–90. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1590/S0100-879X2009000900003
[8] Casado R., Landa A., Calvo J. & Garcia-Mina JM. (2011). Anti-inflammatory, antioxidant and antifungal activity of Chuquiraga spinosa. Pharmaceutical Biology, 49(6):620–626. Disponible en: http://dx.doi.org/10.3109/13880209.2011.577436
[9] Dueñas AA., Alcívar UE., Olazabal E. & Cortés RR. (2014). Efecto antioxidante de la Chuquiraga jussieui J. F. Gmel en el ensayo de hemólisis. *Medicentro Electrónica*, 18:57-64. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/266914557_Efecto_antioxidante_de_la_Chuquiraga_jussieui_J_F_Gmel_en_el_ensayo_de_hemolisis
[10] Zampini C., Cuello S., Alberto MR. et al. (2009). Antimicrobial activity of selected plant species from «the Argentine Puna» against sensitive and multi-resistant bacteria. *Journal of Ethnopharmacology*, 124(3):499–505. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1016/j.jep.2009.05.011
[11] Mendiondo ME., Juárez BE., Zampini C., Isla MI. & Ordoñez R. (2011). Bioactivities of Chuquiraga Straminea Sandwith. *Natural Product Communications*, 6(7):965–968. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1177/1934578X1100600710
[12] Ramírez E., Bonilla P., Suarez S., Choquesillo F. & Castro A. (2014). Actividad antioxidante, antinflamatoria e inmunomodulador del extracto clorofórmico de las hojas de Chuquiraga lessing "HUAMANPINTA". *Ciencia e investigación*, 17(1):37-42. Disponible en: http://dx.doi.org/10.15381/ci.v17i1.11116
[13] Barrera Basantes AC. (2015). de la actividad diurética del extracto de chuquiragua (Chuquiraga jussieui) en ratas (rattus norvegicus), Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo; Disponible en: http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/4627
[14] Dueñas-Rivadeneira A., Alcívar-Cedeño U., Sacon-Vera E. et al. (2016). Determinación de las condiciones de extracción de compuestos fenólicos a partir de Chuquiraga Jussieuijf Gmel usando la lixiviacion de muestras

sólidas. *Tecnología Química*, 36(2):198-209. Disponible en: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=445546335005
[15] Dueñas-Rivadeneira A. (2019). Efecto hipoglucémico del extracto acuoso de Chuquiraga jussieui J.F. Gmel, en ratas con diabetes inducida. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 24(3). Disponible en: http://www.revplantasmedicinales.sld.cu/index.php/pla/article/view/781
[16] Cuéllar-Cuéllar A. & Miranda-Martínez M. (2014). *Manual de prácticas de laboratorio. Farmacognosia y productos naturales*. Cuba: Empresa Editorial Poligráfica Félix Varela.
[17] Peacock HA. & Bradbury S. ([1940] 1973). Peacock's elementary microtechnique. London: Edward Arnold And Co.
[18] Gattuso MA. & Gattuso SJ. (1999). Manual de procedimientos para el análisis de drogas en polvo. Argentina: Editorial Universidad Nacional de Rosario.
[19] Ezcurra C. (1985). Revisión del género Chuquiraga (Compositae, Mutisieae). *Darwiniana*, 26(1):219-284. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/284422377_Revision_del_genero_Chuquiraga_Compositae-Mutisieae
[20] Mitra S., Maiti GG. & Maity D. (2015). Structure and distribution of heteromorphic stomata in Pterygota alata (Roxb.) R. Br. (Malvaceae, formerly Sterculiaceae). *Adansonia*, 37(1):139–147. Disponible en: https://doi.org/10.5252/a2015n1a9
[21] Flagg ML., Valcic S., Montenegro G., Gomez M. & Timmermann BN. (1999). Pentacyclic triterpenes from Chuquiraga ulicina, *Phytochemistry*, 52(7):1345–1350. Disponible en: https://doi.org/10.1016/S0031-9422(99)00362-3
[22] Landa A., Casado R. & Calvo MI. (2009). Identification and Quantification of Flavonoids from Chuquiraga spinosa (Asteraceae), *Nat. Prod. Commun.*, 4(10):1353–1355. Disponible en: https://doi.org/10.1177/1934578X0900401008
[23] Rondón M., García I., Cornejo X., Rojas J. & Terán W. (2018). Phytochemical screening and antioxidant activity of seven medicinal plants species from Ecuador. *Pharmacologyonline*, 3:19–28. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/294407108_Phytochemical_Screening_and_Antioxidant_Activity_of_Seven_Medicinal_Plants_Species_from_Ecuador
[24] Guerrero DA., Granda-Albuja MG., Guevara M. et al. (2020). Bioactive compounds and antioxidant capacity of Chuquiraga jussieui J.F.Gmel from the highlands of Ecuador, *Nat. Prod. Res.*, 34(18):2652–2655. Disponible en: https://doi.org/10.1080/14786419.2018.1548450

[25] Srivastava P., Mohanti S., Umrao Bawankule D., Khan F. & Shanker K. (2013). Effect of Pluchea lanceolata biactives in LPS-induced neuroinflammation in C6 rat glial cells, *Naunyn-Schmiedeberg's Archives Pharmacology*, 387(2):119–127. Disponible en: https://doi.org/10.1007/s00210-013-0924-6

[26] Zhao J., Evangelopoulos D., Bhakta S., Gray AI. & Seidel V. (2014). Antitubercular activity of Arctium lappa and Tussilago farfara extracts and constituents. *J. Ethnopharmacol*, 155(1):796–800. Disponible en: https://doi.org/10.1016/j.jep.2014.06.034

[27] Mert I., Ali Z., Khan IA., Tastan H. & Küpeli AE. (2020). Isolation and identification of triterpenes from Anthemis austriaca Jacq. through bioactivity-guided fractionation on polycystic ovary syndrome rat mode. *Archives of Gynecology and Obstetrics*, 301(4):1103–1111. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1007/s00404-020-05493-7

[28] Sahli R., Rivière C., Dufloer C. et. al, (2017). Antiproliferative and Antibacterial Activities of Cirsium scabrum from Tunisia. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. Vol. 2017. Disponible en: https://doi.org/10.1155/2017/7247016

[29] Caballero-Gutiérrez L. & Gonzáles GF. (2016). Alimentos con efecto anti-inflamatorio. *Acta Méd. Peruana*, 33(1):50–64. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/pdf/amp/v33n1/a09v33n1.pdf

[30] Siddique HR., Mishra SK., Karnes RJ. & Saleem M. (2011). Lupeol, a Novel Androgen Receptor Inhibitor: Implications in Prostate Cancer Therapy. *Clin. Cancer Res.*, 17(16):5379–5391. Disponible en: DOI: 10.1158/1078-0432.CCR-1

[31] Lira SR., Rao VS., Carvalho AC., Guedes M. et al. (2009). Gastroprotective effect of lupeol on ethanol-induced gastric damage and the underlying mechanism. *Inflammopharmacoogy*, 17(4):221–228. Disponible en: https://doi.org/10.1007/s10787-009-0009-9

[32] Jaramillo JC., García MV., Cuesta RO. et al. (2015). Phytochemical, antioxidant and hypoglucemic activity of extracts from leaves of Cnidoscolus aconitifolius (Mill.) I. M. Johnst (chaya). *Rev Cubana Farm.*, 49(3):543–556. Disponible en: https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumenI.cgi?IDARTICULO=65740

[33] Sunil C., Irudayaraj SS., Duraipandiyan V. et al. (2014). Antioxidant and free radical scavenging effects of β-amyrin isolated from S. cochinchinensis Moore. leaves. *Ind. Crops Prod.*, 61:510–516. Disponible en: https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2014.07.005

[34] Shan LY., Thing TC., Ping TS., Awang K. et al. (2014). Cytotoxic, antibacterial and antioxidant activity of triterpenoids from Kopsia singapurensis Ridl. *J. Chem. Pharm. Res.*, 6(5):815–822. Disponible en: https://www.jocpr.com/articles/cytotoxic-antibacterial-and-antioxidant-activity-of-triterpenoids-from-kopsia-singapurensis-ridl.pdf

[35] Zhao G., Etherton TD., Martin KR., West SG. et al. (2004). Dietary alpha-linolenic acid reduces inflammatory and lipid cardiovascular risk factors in hypercholesterolemic men and women. *The Journal of Nutrition*, 134(11):2991–2997. Disponible en: https://doi.org/10.1093/jn/134.11.2991

[36] Calder PC. (2010). Omega-3 Fatty Acids and Inflammatory Processes. *Nutrients*, 2(3):355–374. Disponible en: https://doi.org/10.3390/nu2030355

Aceite esencial de Psidium guajava L., composición química y actividades biológicas. Una revisión bibliográfica

Psidium guajava L. essential oil, chemical composition and biological activities. A review

M. Radice[1], *A. Guerrini*[2], *L. Scalvenzi*[3]

1 Matteo Radice, Doctor en Ciencias Farmacéuticas, grado en Química, Docente-investigador, Universidad Estatal Amazónica, Ecuador, mradice@uea.edu.ec

2 Alessandra Guerrini, grado en Química, Docente-investigadora, Universidad de Ferrara, Italia, grrlsn@unife.it

3 Laura Scalvenzi, Doctor en Bioqímica, biología molecular y biotecnología, Docente-investigadora, Universidad Estatal Amazónica, Ecuador, lscalvenzi@uea.edu.ec

Introducción

Psidium guajava L. es una planta muy conocida y utilizada en la medicina popular en Ecuador, así como en otras áreas de la cuenca amazónica y de países tropicales. Se ha realizado la caracterización química y algunos experimentos farmacológicos del aceite esencial de *P. guajava*, mostrando hallazgos prometedores. El objetivo de este capítulo fue recopilar una revisión crítica actualizada sobre la literatura científica del aceite esencial de *P. guajava*, que cubra sus características fitoquímicas y sus actividades biológicas. La investigación presente se logró adoptando las siguientes bases de datos electrónicas: Scifinder, Pubmed, Science Direct, Google Scholar y Scielo, para lo cual se han seleccionado 31 artículos gracias a los criterios elegibles adoptados. Los datos se extrajeron de forma independiente de dos revisores y se completaron las selecciones finales de los artículos evitando la duplicación de datos. El componente principal fue el β-cariofileno, pero se ha encontrado una diferencia notable en cuanto a la composición química. El aceite esencial de *P. guajava* ha demostrado poseer actividades biológicas prometedoras, como las actividades antibacterianas, antiproliferativa y de biopesticida. Estos hallazgos abren nuevos enfoques de investigación y algunas aplicaciones potenciales como ingrediente bioactivo para el aceite esencial de esta especie.

Psidium guajava L. es un árbol de medio tamaño que alcanza los 10 m de altura, perteneciente a la familia Myrtaceae y es nativo de Méjico. Su área de difusión incluye países tropicales y sub-tropicales que se extienden desde Méjico del Sur hasta el Norte de América Latina [1]. La especie cuenta con más de 160 cultivares alrededor del mundo [2]. Tiene una corteza exfoliante con escamas de consistencia pergaminosa e irregulares que se desprenden del tallo. Las hojas son ovaladas, opuestas, con peciolo corto y pinnadas de 5 a 15 cm de largo. Las flores miden alrededor de 2 cm de largo, son blancas y presentan muchos estambres. Los frutos son bayas, tienen forma redonda-ovoidal y son carnosos; la cascara es de color amarillo y el mesocarpio comestible rosado [1], [3].

P. guajava es usada en la medicina tradicional de muchos países de América Latina, África y Asia del sur. Los frutos inmaduros, las raíces y las hojas son usadas en el tratamiento de la disentería, la enteritis gástrica y el dolor de estomago. Las heridas, úlceras y dolores reumáticos son cura-

dos aplicando hojas de *P. guajava* de forma tópica, mientras si se mastican calman el dolor de los dientes. Las infusiones de vástagos tienen la capacidad de disminuir la fiebre, mientras las de hojas y corteza ayudan en la recuperación de los tejidos vaginales después del parto. Las infusiones de hojas son muy empleadas en el tratamiento de la diabetes y la hipertensión. Estudios científicos suportan esos usos tradicionales, ya que han confirmado numerosas actividades biológicas de los extractos de *P. guajava* como la actividad antimicrobiana, anti-diarreica, anti-malárica, antioxidante, antinociceptiva, anti-hiperglicemica e anti-inflamatoria [3]–[6]

El objetivo del presente artículo de revisión bibliográfica es realizar un análisis crítico de la literatura científica relacionada con la composición química y la actividad biológica del aceite esencial de *P. guajava.*

Métodos

La presente investigación se logró adoptando las siguientes bases de datos electrónicas: Scifinder, Pubmed, Science Direct, Google Scholar y Scielo. Se han seleccionado 31 artículos aplicando como criterios elegibles la presencia exclusiva de información relacionada a la fitoquímica y actividad biológica del aceite esencial de *P. guajava*, excluyendo por lo tanto estudios relacionados a otros extractos. Han sido aceptados solamente artículos en revistas indexadas y no se ha considerado la información relacionada con tesis de pregrado o posgrado, patentes y poster. Los datos se extrajeron de forma independiente de dos revisores y se completaron las selecciones finales de los artículos evitando la duplicación de datos.

Resultados

Los estudios analizados han sido realizados en distintas regiones geográficas, como América Latina, África y Asia. La mayor parte se ejecutaron en Brasil (58 %) y en Egipto (10 %); la restante parte en China, Costa Rica, India, Oman, Mauritius y Túnez, cada uno por el 5 % (Tabla 1). Algunos compuestos de los aceites esenciales (AEs) fueron recurrentes en varios estudios, entre ellos (E)-cariofileno, ß-cariofileno, óxido de cariofilleno, α-humuleno y α-selineno. La mayoría de estudios se realizaron sobre AEs destilados de las hojas, solo una mínima parte de flores y tallos.

La Tabla 1 identifica los principales compuestos caracterizados en muestras de AEs de *P. guajava* (AEs*Pg*) procedentes de diferentes países.

Tabla 1. Principales componentes químicos identificados y caracterizados en los AEs*Pg*, obtenidos de hojas, tallos, corteza y flores.

N.	Nombre	País	Cantidad relativa (%)	Parte de la planta / Método de extracción	Ref.
	α-cadinol	Brasil	37.8	Flores/ Hidrodestilación	[7]
	(E)-cariofileno*	India	15.7	Hojas/Hidrodestilación	[1]
		Brasil (22 genotipos)	> 10	Hojas/Hidrodestilación	[9], [2]
		Brasil	12.2	Flores/ Hidrodestilación	[7]
		Brasil (21 genotipos)	1.1-48.9	Hojas/ Hidrodestilación	[10]
		Brasil	20.5	Hojas/ Hidrodestilación	[11]
		Egipto (6 variedades)	11.2-43.2	Hojas/ Hidrodestilación	[12]
		Brasil (5 variedades)	20.5-45.5	Hojas/ Hidrodestilación	[13]
		Brasil	16.1	Hojas/ Hidrodestilación	[14]
		China (9 muestras procedentes de diferentes provincias)	17.2-31.4	Hojas/ Hidrodestilación	[15]
		Túnez	5.9	Hojas/ Hidrodestilación	[16]
		Brasil (poda en diferentes horas del día)	16.1-18.1	Hojas/ Hidrodestilación	[17]
	cis-cariofileno	Oman	35.5	Hojas/ Hidrodestilación	[5]
	Óxido de cariofileno	India	8.8	Hojas/Hidrodestilación	[1]
		Brasil (21 genotipos)	1.8-21.4	Hojas/ Hidrodestilación	[10]
		Brasil	13.8	Hojas/ Hidrodestilación	[8]
		Brasil	10.2	Hojas/Hidrodestilación	[18]
	1,8-cineolo	Brasil (3 variedades)	17.7-42.7	Hojas/Hidrodestilación	[19]
		Brasil	13.3	Hojas/Hidrodestilación	[18]
		Egipto	32.1	Hojas/Hidrodestilación	[4]
	Germacreno D	Túnez	10.9	Tallos/Hidrodestilación	[16]

N.	Nombre	País	Cantidad relativa (%)	Parte de la planta / Método de extracción	Ref.
	Globulolo	Egipto	76.2-26.4	Hojas/Hidrodestilación	[12]
	α-humuleno	Brasil (22 genotipos)	> 10	Hojas/Hidrodestilación	[9], [2]
		Túnez	10.9	Tallos/Hidrodestilación	[16]
		Brasil (poda en diferentes horas del día)	8.6-26.3	Hojas/ Hidrodestilación	[17]
		Brasil	11.9	Hojas/ Hidrodestilación	[14]
		Brasil	7.2	Hojas/ Hidrodestilación	[8]
	Óxido de isoaromandreno	Brasil	11.1	Hojas/ Hidrodestilación	[18]
	Limoneno	India	29.1	Hojas/Hidrodestilación	[1]
		Mauritius	11.6	Hojas/Hidrodestilación	[20]
		Egipto	54.7	Hojas/Hidrodestilación	[4]
	trans-nerolidolo	Brasil (22 genotipos)	> 10.0	Hojas/Hidrodestilación	[2]
		Brasil	9.1	Flores/ Hidrodestilación	[7]
	1-nonadeceno	Costa Rica (localidad San Pedro)	20.8	Hojas/Hidrodestilación	[21]
	α-selineno	Costa Rica (localidad Escazú)	36.1	Hojas/Hidrodestilación	[21]
		Costa Rica (localidad San Pedro)	30.7	Hojas/Hidrodestilación	[21]
		Brasil	16.0	Hojas/ Hidrodestilación	[11]
	ß-selineno	Brasil	16.6	Hojas/ Hidrodestilación	[11]
	Santalolo	Mauritius	50.6	Hojas/Hidrodestilación	[20]
	2,4-di-tert-butilfenolo	Costa Rica (localidad Escazú)	30.5	Hojas/Hidrodestilación	[21]
	Veridifloreno	Oman	13.00	Hojas/Hidrodestilación	[5]
	Veridiflorolo	Tunisia	36.4	Hojas/Hidrodestilación	[16]

* Sinonimo de ß-cariofileno y de *trans*-cariofileno.

En relación con los estudios de actividad biológica enfocadas a las diferentes muestras de AEs*Pg*, se pueden identificar cuatro áreas científicas

que han sido consideradas prioritarias, las mismas abordan respectivamente el estudio de la actividad antimicrobiana (Tabla 2), biocida (Tabla 3), antioxidante (Tabla 4), citotóxica y antiproliferativa (Tabla 5) y finalmente la actividad vasorelajante (Tabla 6).

Tabla 2. Principales estudios de actividad antimicrobiana *in vitro*, relacionados a los AEs*Pg*, obtenidos de hojas, tallos, corteza y flores

Año	Microorganismo	Resultado	Control positivo	Control negativo	Ref.
2020	*Xylella fastidiosa*	MIC: 12.6 µg/mL	Control de crecimiento sin antibiótico	Control de esterilidad sin inóculo	[7]
	Pectobacterium carotovorum	MIC = 62.5 µg/mL	Control de crecimiento sin antibiótico	Control de esterilidad sin inóculo	
2019	Antimicrobiana	% de inhibición entre 32,5 % y >100 %	Tetraciclina (30 µg)	nd	[21]
2019	Antimicrobiana y antifitopatógena	MIC: 0.065–0.261 mg/mL	nd	nd	[1]
2019	Antimicrobiana	HdI: 0-13 mm	nd	nd	[5]
2019	*Streptococcus mutans*	MIC: 200 µg/mL	Clorhexidina (0.11-59 µg / mL)	nd	[11]
	Streptococcus mitis	MIC: 200 µg/mL	Clorhexidina (0.11-59 µg / mL)	nd	
	Streptococcus sanguinis	MIC: 400 µg/mL	Clorhexidina (0.11-59 µg / mL)	nd	
	Streptococcus sobrinus	MIC: 100 µg/mL	Clorhexidina (0.11-59 µg / mL)	nd	
	Streptococcus salivarius	MIC: 200 µg/mL	Clorhexidina (0.11-59 µg / mL)	nd	
2017	*Bacillus subtilis*	HdI: 17.69-18.97 mm	Cloranfenicol	nd	[15]
	Bacillus megaterium	HdI: 16.89-21.22 mm	Cloranfenicol	nd	

Año	Microorganismo	Resultado	Control positivo	Control negativo	Ref.
	Bacillus aryabhattai	HdI: 15.34-23.15 mm	Cloranfenicol	nd	
	Saccharomyces cerevisiae	HdI: 16.89-21.23 mm	Anfotericina B	nd	
	Rhodotorula sp.	HdI: 18.34-26.71 mm	Anfotericina B	nd	
2016	*Enterococcus faecalis*	HdI: 16.50 mm	Ampicilina Cloranfenicol Tetraciclina	nd	[20]
	Candida tropicalis	MIC: 1 mg/mL	Anfotericina B Nistatina	nd	
2016	*Staphylococcus aureus*	MIC: 6.75 µg/mL	Ampicilina	nd	[4]
2011	*Staphylococcus aureus*	MCB: 8 %	Medio de cultivo y microorganismo	Medio de cultivo y aceite	[22]
	Salmonella typhimurium	MCB: 8 %	Medio de cultivo y microorganismo	Medio de cultivo y aceite	
	Escherichia coli	MCB: 8 %	Medio de cultivo y microorganismo	Medio de cultivo y aceite	
2008	*Staphylococcus aureus*	HdI: 11 mm	Ampicilina, Cefalotina, Cloranfenicol, Eritromicina, Lincomicina Vancomicina	nd	[23]

nd: no disponible

MCB: Mínima Concentración Bactericida

HdI: Halo de Inhibición

Tabla 3. Principales estudios de actividad biocida relacionados a los AEs*Pg*

Año	Organismo / modalidad	Resultado	Control positivo	Control negativo	Ref.
2020	Protozoo / *in vitro*	IC_{50} = 14.6 µg/mL	Benznidazol (12.5-200 µg/mL)	DMSO (0,5 %)	[7]
2017	*Aedes aegypti / in vivo*	LC_{50} = 39.48-64.25 mg/mL	Deltametrina (0.06 mg/mL)	DMSO (1 %)	[24]
2014	*Drosophila melanogaster / in vivo*	EC_{50} = 13.8 µg/mL (48h)	Sucrosa (1%)	nd	[18]
2009	*Spodoptera frugiperda / in vivo*	Efecto repelente [0,01 %]	nd	nd	[18]
2007	*Anopheles stephensi / in vivo*	Tiempo de repulsión: <150 minutos 6 % etanol	nd	nd	[25]

IC_{50}: concentración inhibidora (50 %)
LC_{50}: concentración letal (50 %)
EC_{50}: concentración media máxima eficaz
nd: no disponible
DMSO: Dimetilsulfóxido

Tabla 4. Principales estudios de actividad antioxidante *in vitro* relacionados a los AEs*Pg*

Año	Ensayo	Resultado	Control positivo	Control negativo	Ref.
2017	DPPH	IC_{50} = 18.52-33.72 mg/mL	Ácido ascórbico	nd	[15]
	$ABTS^+$	IC_{50} = 13.12-25.15 mg/mL	Ácido ascórbico	nd	
	FRAP	IC_{50} = 2.29-9.13 mmol Vc/g DM	Ácido ascórbico	nd	
	$ABTS^+$	IC_{50} = 13.12-25.15 mg/mL	Ácido ascórbico	nd	
2012	DPPH	IC_{50} = 460.37 µg/mL	Ácido ascórbico	nd	[26]
	BCBA/	I % = 81.67±1.48 %	Butilhidroxitolueno	nd	

DPPH: 2,2-Difenil-1-picrilhidrazil
$ABTS^+$: ácido 2'2-azino-bis[3-etilbenzotiazol-6-sulfónico]
FRAP: capacidad de reducción férrica del plasma
BCBA: test de blanqueamiento del b-carotene
nd: no disponible

Tabla 5. Principales estudios de actividad citotóxica y antiproliferativa *in vitro* relacionados a los AEs*Pg*

Año	Actividad	Resultado	Control positivo	Control negativo	Ref.
2020	Act. citotóxica ($LLCMK_2$)	CC_{50} = 14.6 µg/mL	Medio RPMI 1640	Medios DMSO y RPMI 1640	[7]
2019	Act. antiproliferativa (MCF-7)	IC_{50} = 96.9 µg/mL	Doxorubicina	nd	[14]
	Act. antiproliferativa (M059J)	IC_{50} = 103.6 µg/mL	Doxorubicina	nd	
2006	Act. antiproliferativa (KB)	IC_{50} = 0.04 mg/mL	Vincristina	nd	[27]

$LLCMK_2$: células epiteliales adherentes
MCF-7: células del cáncer de mamas
M059J: células de glioblastoma
KB: células del carcinoma bucal humano
nd: no disponible

IC_{50}: concentración inhibidora (50 %)
CC_{50}: concentración citotóxica (50 %)
RPMI: medio de cultivo “Roswell Park Memorial Institute” 1640
DMSO: dimetilsulfóxido

Tabla 6. Estudios de actividad vasorelajante *ex vivo* relacionados los AEs*Pg*

Año	Ensayo	Resultado	Control positivo	Control negativo	Ref.
2016	En aorta aislada de conejo contra pre-contracciones altas de K^+	EC_{50} = 5.52 mg/mL	nd	nd	[28]
	En aorta aislada de conejo contra pre-contracciones altas de fenilefrina	EC_{50} = 6.23 mg/mL	nd	nd	
	En yeyuno aislado del conejo contra contracciones espontáneas	EC_{50} = 0.84 mg/mL	nd	nd	
	En yeyuno aislado del conejo contra contracciones inducidas por K^+	EC_{50} = 0.7 mg/mL	nd	nd	

EC_{50}: concentración media máxima eficaz
nd: no disponible

Una vez culminada la revisión bibliográfica relacionada con las actividades biológicas, es oportuno mencionar el estudio realizado por [29], que ha abordado el efecto protector del AE*Pg* sobre algunos parámetros reproductivos del macho de *Cavia porcellus*. El estudio identificó que animales alimentados con AE*Pg* y sometidos a elevadas temperaturas (45 °C + 100 µl de AE / kg de peso corporal, administrado por sonda) mostraban un efecto mitigador sobre la variación de masa y motilidad de los espermatozoides, en comparación con los grupos no alimentados con el AE [Temperatura ambiente (20-25 °C), 35 °C, 45 °C].

Finalmente, una investigación realizada [30] ha profundizado la actividad antiinflamatoria del AE*Pg* y de algunas fracciones en terpenos, utilizando el modelo de pleuresía inducida por lipopolisacáridos y tratando ratones con aceite con 100 mg/kg de AE. La migración de eosinófilos fue inhibida en un rango entre 67 y 76 % por parte del AE puro y de las diferentes fracciones, identificando el uso potencial del AE*Pg* en el tratamiento de inflamaciones.

Discusión

Los estudios fitoquímicos relacionados con el AE*Pg* abarcaron el periodo entre 2008 y 2020. Se observó un evidente aumento de las publicaciones en los últimos cinco años. Los compuestos más identificados son respectivamente los isómeros del cariofileno y el óxido de cariofileno, cuyas vías biosinteticas son las mismas y se identifican como vía del mevalonato; esta se basa en la reacción entre los precursores terpénicos comunes pirofosfato de dimetilalilo (DMAPP) y pirofosfato de isopentenilo (IPP) [31].

El β-cariofileno ha sido aprobado en el listado de aromatizantes permitidos por la Food and Drug Administration (FDA) en EE. UU. y también por la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA). Varios estudios mencionan el uso de esta molécula como potencial antioxidante, antiinflamatorio, neuroprotector y analgésico [32], [33], [34].

Un estudio de revisión bibliográfica [3] identifica también la presencia de los isómeros de cariofileno entre las moléculas más relevantes, junto con a-pineno, β-pineno, limoneno y mentol.

Cabe destacar que en algunos estudios analizados [2], [10], [11], [13], [14], [16], [20], la investigación ha evidenciado una amplia variedad

de resultados fitoquímicos debido a diferentes variedades, genotipos y procedencias geográficas de *P. guajava*, identificando varios quemotipos basado respectivamente en la prevalecía de: isómeros del cariofilleno, β-selineno, α-selineno, α-bisabololo, β-bisabololo, (2Z, 6Z)-farnesolo, α-humulene y β-bisabololo. Esa extensa variabilidad fitoquímica, muy común en los AEs y en general en los productos naturales de origen vegetal, obliga a realizar investigaciones relacionadas a cada específica población de la especie, ya que tanto el perfil fitoquímico cuanto las actividades biológicas, pueden variar enormemente. Por ende, cada posible aplicación industrial debe ser ampliamente justificada en relación al quemotipo identificado y a la capacidad de mantenerlo adentro de la producción agronómica.

En relación con la actividad biológica, se destaca la presencia prevalente de estudios relacionados con la actividad antimicrobiana y biocida, respectivamente hacia patógenos humanos y vegetales, e insectos y parásitos involucrados en la transmisión de enfermedades o daños a la producción agrícola. Los estudios de actividad antimicrobiana presentan un especial énfasis en la acción antibiótica en contra de *Staphylococcus aureus*, uno de los principales causantes de enfermedades en nosocomio [35], [36], mientras que la actividad biocida ha abordado prevalentemente el efecto insecticida de vectores cuales *Aedes aegypti* y *Anopheles stephensi*. A pesar de los prometedores datos *in vitro*, la presente investigación bibliográfica no ha podido identificar estudios relacionados a la aplicación práctica de formulaciones desinfectantes o biocidas, o a estudios de campo extendidos a muestras más representativas, dejando un vacío de conocimiento que podría ser estimulante para futuras investigaciones.

Adicionalmente, el estudio de la actividad antioxidante (mediante diferentes ensayos) ha sido parcialmente abordado, así como unos interesantes estudios preliminares sobre algunas líneas celulares cancerígenas. Sin embargo, aunque la calidad de las investigaciones fue alta, se ha identificado un número limitado de estudios y posiblemente el AE*Pg* merece todavía mayores esfuerzos en la definición de su potencial aditivo alimenticio o ingrediente cosmético y/o farmacéutico.

Cabe destacar que las investigaciones realizadas en los últimos años presentan metodologías más detalladas, ya que describen de forma clara el uso de controles positivos y negativos en los estudios de bioactividad; ese

particular metodológico no es claramente evidente en las investigaciones más antiguas.

Conclusiones e implicaciones sociales

La difusión y la presencia de diferentes variedades de la especie *P. guajava* identifican una oportunidad importante para el desarrollo de productos derivados para el sector alimenticio, cosmético y farmacéutico, sin olvidar las aplicaciones de los aceites esenciales en el sector de la agroindustria no alimentaria. La fácil reproducción de la especie, en sistemas productivos clásicos (monocultivo) o agroforestales, permite una proyección aplicativa de la especie a gran escala, con la posibilidad de alcanzar volúmenes de producción relevantes. Sin embargo, esta oportunidad requiere completar las investigaciones enfocadas a los quemotipos existentes, dando seguimiento a las investigaciones preliminares identificadas y analizadas en el presente estudio, que ubican el AE*Pg* como potencial agente antibacteriano y biocida. Por ende, las recomendaciones prevalentes para futura investigaciones se pueden resumir a continuación:

- Identificar, caracterizar y clasificar los quemotipos de AE*Pg*;
- Desarrollar estudios relacionados a formulaciones mejorativas (nanoemulsiones, microencapsulación, etc.) aptas a la aplicación dermocosmética o farmacéutica del AE*Pg*;
- Realizar nuevas pruebas de campo y estudios de formulación relacionados con la actividad biocida/insecticida del AE*Pg*;
- Extender y profundizar los estudios de actividad antiproliferativa identificando también el potencial de los compuestos prevalentes aislados.

Las implicaciones sociales vinculadas con un aprovechamiento sostenible de la especie, se enmarcan en la capacidad de dar seguimiento a las actividades de investigación básica analizadas en el presente documento, poniendo en marcha nuevos estudios con enfoque aplicativo y finalmente aplicando los comunes procesos de I+D de la industria. La capacidad de generar cadenas de valor incluyentes y sostenibles contribuye al desarrollo

de comunidades locales y a grupos de productores involucrados en la producción agronómica, en los procesos de destilación y transformación aptos a generar productos con valor agregado.

Finalmente, basándose en la información científica existente, el aceite esencial de *P. guajava* merece mayor investigación de base y aplicada, considerando los resultados prometedores como potencial agente antimicrobiano, antiproliferativo y biocida.

Referencias

[1] Chaturvedi T. et al. (2021). Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oil of senescent leaves of guava (Psidium guajava L.). *Natural Product Research*, 35(8):1393–1397. Disponible en: https://doi.org/10.1080/14786419.2019.1648462

[2] Da S. de Souza T., Da S. Ferreira MF., Menini L. et al. (2018). Chemotype diversity of Psidium guajava L. *Phytochemistry*, 153:129–137, Disponible en: https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2018.06.006

[3] Pérez Gutiérrez RM., Mitchell S. & Vargas Solis R., (2008). *Psidium guajava*: A review of its traditional uses, phytochemistry and pharmacology. *Journal of Ethnopharmacology*, 117(1):1–27. Disponible en: https://doi.org/10.1016/j.jep.2008.01.025

[4] Soliman FM., Fathy MM., Salama MM. & Saber R., (2016). Comparative study of the volatile oil content and antimicrobial activity of *Psidium guajava L. and Psidium cattleianum* Sabine leaves. *Bull. Fac. Pharmacy, Cairo Univ.,* 54(2):219–225. Disponible en: https://doi.org/10.1016/j.bfopcu.2016.06.003

[5] Weli A., Al-Kaabi A., Al-Sabahi J., Said S., Hossain MA. & Al-Riyami S. (2019). Chemical composition and biological activities of the essential oils of Psidium guajava leaf. *J. King Saud Univ.-Sci.*, 31(4):993–998. Disponible en: https://doi.org/10.1016/j.jksus.2018.07.021

[6] Metwally AM., Omar AA., Ghazy NM., Harraz FM. & El Sohafy SM. (2011). Monograph of *Psidium guajava* L. leaves. *Pharmacogn. J.*, 3(21):89–104. Disponible en: https://doi.org/10.5530/pj.2011.21.17

[7] Fernandes CC. et al. (2020). Chemical composition and biological activities of essential oil from flowers of Psidium guajava (Myrtaceae). *Brazilian J. Biol.*, 81(3):728-736. Disponible en: https://doi.org/10.1590/1519-6984.230533

[8] Nascimento EA., Lima RK., Campos Morais J. & Cardoso M. (2009). Caracterização química do óleo essencial de folhas de goiabeira (Psidium

guajava L.) e seus efeitos na lagarta do Cartucho-de-milho. *Ciência e Agrotecnologia.* 33:1777–1781, Disponible em: https://doi.org/10.1590/S1413-70542009000700013

[9] Da Silva de Souza T. et al. (2017). Essential oil of *Psidium guajava*: Influence of genotypes and environment. *Sci. Hortic. (Amsterdam)*, 216:38–44. Disponible en: https://doi.org/10.1016/j.scienta.2016.12.026

[10] Mendes LA., da Silva de Souza T., Menini L. et al. (2018). Spring alterations in the chromatographic profile of leaf essential oils of improved guava genotypes in Brazil. *Sci. Hortic. (Amsterdam)*, 238:295–302. Disponible en: https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.04.065

[11] Da Silva CG., Lucas AM., Santo AT. et al. (2019). Sequential processing of psidium guajava L. Leaves: Steam distillation and supercritical fluid extraction. *Brazilian J. Chem. Eng.*, 36(1):487–496.

[12] Hassan, EM., El Gendy AE.-NG., Abd-ElGawad AM. et al. (2021). Comparative Chemical Profiles of the Essential Oils from Different Varieties of *Psidium guajava* L. *Molecules*, 26(1):119. Disponible en: https://doi.org/10.3390/molecules26010119

[13] Silva JA., Hall DG., Gottwald TR. et al. (2016). Repellency of selected *Psidium guajava* cultivars to the Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri. Crop Prot.*, 84: 14–20. Disponible en: https://doi.org/10.1016/j.cropro.2016.02.006

[14] Silva EAJ., Etevam EB., Niclella HD. et al. (2019). Antibacterial and antiproliferative activities of the fresh leaf essential oil of *Psidium guajava* L. (Myrtaceae). *Brazilian J. Biol.*, 79(4):697–702. Disponible en: https://doi.org/10.1590/1519-6984.189089

[15] Wang L., Wu Y., Huang T., Shi K. & Wu Z. (2017). Chemical Compositions, Antioxidant and Antimicrobial Activities of Essential Oils of *Psidium guajava* L. Leaves from Different Geographic Regions in China. *Chem. Biodivers.*, 14(9): e1700114. Disponible en: https://doi.org/10.1002/cbdv.201700114

[16] Khadhri A., El Mokni R., Almeida C., Nogueira JMF. & Araújo MEM. (2014). Chemical composition of essential oil of *Psidium guajava* L. growing in Tunisia. *Ind. Crops Prod.*, 52:29–31. Disponible en: https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2013.10.018

[17] Da Silva EAJ., da Silva VP., Alves CCF. et al. (2016). Harvest time on the content and chemical composition of essential oil from leaves of guava. *Ciência Rural*, 46(10):1771–1776. Disponoble en: https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20150947

[18] Pinho AI. et al. (2014). Fumigant Activity of the Psidium guajava var. pomifera (Myrtaceae) essential oil in drosophila melanogaster by means of

oxidative stress. *Oxid. Med. Cell. Longev*, vol. 2014. Disponible en: https://doi.org/10.1155/2014/696785

[19] Lima RK., Cardoso M.dasG., Andrade MA., Nascimento EA. et al. (2010). Composition of the essential oil from the leaves of tree domestic varieties and one wild variety of the guava plant (*Psidium guajava* L., *Myrtaceae*). *Brazilian J. Pharmacogn.*, 20(1):41–44. Disponible en: https://doi.org/10.1590/S0102-695X2010000100009

[20] Aumeeruddy-Elalfi Z., Gurib-Fakim A. & Mahomoodally MF. (2016). Chemical composition, antimicrobial and antibiotic potentiating activity of essential oils from 10 tropical medicinal plants from Mauritius. *J. Herb. Med.*, 6(2):88–95. Disponible en: https://doi.org/10.1016/j.hermed.2016.02.002

[21] Bermúdez-Vásquez MJ., Granados-Chinchilla F. & Molina A., (2019). Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oil of Psidium guajava and Cymbopogon citratus. *Agron. Mesoamerican*, 30(1):147–163. Disponible en: https://doi.org/10.15517/am.v30i1.33758

[22] De Souza Prestes L., Damé SLF., Hörnke AG. et al. (2011). Evaluation of the bactericidal action of essential oils from guava, Surinam cherry and strawberry guava. *Rev. Cuba. Plantas Med.*, 16(4):324–330. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1028-47962011000400003&script=sci_abstract&tlng=en

[23] Gonçalves FA., Andrade Neto M., Bezerra JNS, Macrae A. et al. (2008). Antibacterial activity of GUAVA, Psidium guajava Linnaeus, leaf extracts on diarrhea-causing enteric bacteria isolated from Seabob shrimp, Xiphopenaeus kroyeri (Heller). *Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo*, 50(1):11–15. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1590/S0036-46652008000100003

[24] Alves Mendes L., Ferreira Martins G., Rodrigues Valbonc E. et al. (2017). Larvicidal effect of essential oils from Brazilian cultivars of guava on *Aedes aegypti L.*; *Ind. Crops Prod.*, 108:684–689. Disponible en: https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.07.034

[25] Rajkumar S. & Jebanesan A. (2008). Repellent activity of selected plant essential oils against the malarial fever mosquito Anopheles stephensi. *Trop. Biomed.*, 24 (2):71–75. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/5641426_Repellent_activity_of_selected_plant_essential_oils_the_malarial_fever_mosquito_Anopheles_stephensi

[26] Lee WC., Mahmud R., Pillai S., Perumal S. & Ismail S. (2012). Antioxidant Activities of Essential Oil of Psidium Guajava L. Leaves. *APCBEE Procedia*, 2:86–91. Disponible en: https://doi.org/10.1016/j.apcbee.2012.06.016

[27] Manosroi J., Dhumtanom P., & Manosroi A. (2006). Anti-proliferative activity of essential oil extracted from Thai medicinal plants on KB and P388 cell lines. *Cancer Lett.*, 235(1):114–120. Disponible en: https://doi.org/10.1016/j.canlet.2005.04.021

[28] Rasheed HM., Khan T., Wahid F., Khan R., & Shah AJ. (2016). Chemical composition and vascular and intestinal smooth muscle relaxant effects of the essential oil from *Psidium guajava* fruit. *Pharm. Biol.*, 54(11):2679–2684. Disponible en: https://doi.org/10.1080/13880209.2016.1178309

[29] Ngoula F. et al. (2017). Effects of heat stress on some reproductive parameters of male cavie (*Cavia porcellus*) and mitigation strategies using guava (*Psidium guajava*) leaves essential oil. *J. Therm. Biol.*, 64:67–72. Disponible en: https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2017.01.001

[30] Siani AC., Souza MC., Maria MG. et al. (2013). Anti-inflammatory activity of essential oils from Syzygium cumini and Psidium guajava. *Pharmaceutical Biology.* 51(7):881–887. Disponibilidad en: https://doi.org/10.3109/13880209.2013.768675

[31] Hüsnü Can Baer K. & Buchbauer G. (eds.). (2015). Handbook of essential oils: Science, Technology and Applications. *Handbook of Essential Oils, Science, Technology.* CRC Press. Disponible en: https://doi.org/10.1201/b19393

[32] Pandey P., Roy KK. & Doerksen RJ. (2020). Negative allosteric modulators of cannabinoid receptor 2: protein modeling, binding site identification and molecular dynamics simulations in the presence of an orthosteric agonist. *Taylor & Francis.* 38(1):32-47. Disponible en: https://doi.org/10.1080/07391102.2019.1567384

[33] Machado K. da C. et al. (2018). A systematic review on the neuroprotective perspectives of beta-caryophyllene. *Phyther. Res.*, 32(12):2376–2388. Disponible en: https://doi.org/10.1002/ptr.6199

[34] Fidyt K., Fiedorowicz A., Strządała L. & Szumny A. (2016). β-caryophyllene and β-caryophyllene oxide—natural compounds of anticancer and analgesic properties. *Cancer Med.*, 5(10):3007–3017. Disponible en: http://resolver.scholarsportal.info/resolve/20457634/v05i0010/3007_aocoaaap.xml

[35] Wang Z., Li F., Quan Y. & Shen J. (2019). Avicularin ameliorates human hepatocellular carcinoma via the regulation of NF-κB/COX-2/PPAR-γ activities. *Mol. Med. Rep.*, 19(6):5417–5423.

[36] Lister J.L. & Horswill A.R. (2014). Staphylococcus aureus biofilms: Recent developments in biofilm dispersal. *Front. Cell. Infect. Microbiol.*, 4(37):178.

Productos naturales procesados de uso medicinal: calidad microbiológica y buenas prácticas de manufactura

Natural processed products for medicinal use: microbiological quality and Good Manufacturing Practices

Rommy Terán[1], *Javier Santamaría-Aguirre*[2]

1 Rommy Terán Soto, MSc, Bioquímica clínica, Docente, Facultad de Ciencias Químicas-Universidad Central del Ecuador, Ecuador, riteran@uce.edu.ec.

2 Javier Santamaría Aguirre, MSc, Bioquímico farmacéutico, Docente, Facultad de Ciencias Químicas-Universidad Central del Ecuador, Ecuador, jrsantamaria@uce.edu.ec.

Introducción

La producción de medicamentos con base en productos naturales, son de consumo generalizado y la población accede a ellos de manera continua. Estos productos deben ser seguros microbiológicamente sin embargo su contaminación es frecuente. En esta revisión se ha accedido a varios estudios y documentos oficiales para detallar cuáles son los principales microorganismos que se han aislado de estos productos y sus fuentes de contaminación, para ser detallados en el capítulo presente. Asimismo se discute sobre la problemática de que estos productos pudieran ser fuente de bacterias multirresistentes. Además, se proponen los valores límites y los criterios para considerarlos aptos microbiológicamente y por último se plantea cómo las Buenas Prácticas Agrícolas y de Recolección, así como las de Manufactura podrían ayudar a disminuir el riesgo de contaminación microbiana.

Los productos naturales procesados, comprenden una variedad de preparaciones con base en plantas que se adquieren sin prescripción médica y que pueden ser considerados como alimentos, suplementos alimenticios, cosméticos y productos herbales de uso medicinal [1]. La población acude a su uso por su costo accesible y por la creencia de que tienen menos efectos secundarios que los productos sintéticos; sin embargo, debido a la naturaleza de su origen y proceso de manufactura, su contaminación microbiana no es infrecuente. Diversas especies de microorganismos incluso patógenos como *Salmonella* y *Staphylococcus aureus* han sido reportados [2], [3]. Microorganismos como *Bacillus subitillis* y *cereus* que indican un ambiente de fabricación poco controlado también se han aislado [4], así como enterobacterias que indican prácticas de higiene deficientes en su elaboración [5]. Su presencia podría ser un indicativo de incumplimiento de las Buenas Prácticas Agrícolas y de Recolección (BPAR) y de las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) en la cadena productiva, y pueden poner en riesgo la salud de la población que consume estos productos. La presente investigación pretende detallar los principales contaminantes microbianos, sus fuentes de contaminación, proponer cuáles deberían ser las especificaciones microbiológicas para estos productos y cómo la aplicación de las BPAR y BPM pueden disminuir el riesgo de la contaminación microbiana.

Métodos

Se realizó una revisión bibliográfica de artículos originales y revisiones publicados entre 2007 y 2020, Farmacopeas y documentos oficiales de la Organización Mundial de la Salud (OMS). La búsqueda se efectuó con las palabras clave: preparaciones de plantas y calidad microbiológica, productos naturales y contaminación microbiana, farmacorresistencia microbiana y productos naturales. Se seleccionó literatura tanto en inglés como en español.

Resultados

Principales microorganismos contaminantes y sus fuentes.

El género *Bacillus* suele ser uno de los más frecuentemente aislado en los productos naturales procesados de uso medicinal y en aquellos que se definen como no estériles [6]. Su capacidad de formar endosporas y resistir condiciones de resequedad y falta de nutrientes, le permite permanecer en los ambientes de almacenamiento y procesamiento del material vegetal, así como de elaboración de los productos procesados.

Bacterias de la familia *Enterobacteriaceae* son causantes de infecciones intestinales y se consideran indicadores de prácticas deficientes durante el cultivo: como el uso de agua contaminada con heces fecales, el empleo de fertilizante sin una descomposición intensiva [7]; la recolección, o el procesamiento del material vegetal y la falta de higiene de las personas que participan en estos procesos también es una causa posible. *Salmonella* por ejemplo se ha identificado en suspensiones, jarabes y tabletas [8]. Obi et al, analizaron tabletas (naturales y sintéticas) de venta en Nigeria, y determinaron la enterobacteria *Escherichia coli* en todos los productos colectados en farmacias, hospitales y tiendas naturistas participantes [9]. *Escherichia coli* también puede contaminar la materia prima que se usa en la elaboración de productos farmacéuticos (EP. Otros patógenos también que se presenta son *Staphylococcus aureus* y *Pseudomonas aeruginosa*, en el estudio realizado por De Sousa et al, analizaron medicamentos naturales con base en hierbas utilizados de forma oral y tópica que son vendidos o elaborados en la zona de Macapa, Brasil, además realizaron análisis microbiológicos

del agua que es utilizada para la elaboración de estos productos naturales caseros encontrando la presencia de coliformes y *E. coli.*[10].

Cocos Gram positivos potencialmente patógenos como *Staphylococcus aureus* también se han aislado de productos naturales sólidos y líquidos [11]. Este microorganismo puede causar foliculitis, gastroenteritis estafilocócica, síndrome de la piel escaldada, entre otras patologías [10]. Su presencia en los productos podría indicar una manipulación incorrecta por parte del personal implicado en su fabricación y empaque.

La contaminación de productos por hongos como *Aspergillus* y *Penicillium* se ha reportado [6], estos microorganismos pueden deteriorar los productos y sus toxinas pueden ser peligrosas para los consumidores [12].

En el Ecuador, un estudio realizado por nuestro grupo de investigación, analizó una muestra entre jarabes, comprimidos, productos tópicos y colirios encontrando que el género bacteriano más frecuentemente aislado fue *Bacillus* seguido de *Pseudomonas*, *Enterobacter*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus* coagulasa negativo y *Klebsiella*. Los hongos aislados fueron *Aspergillus*, *Penicillium* mientras que *Candida* fue la única levadura encontrada [13]. Los hallazgos indicaron la necesidad de implementar medidas de control en la fabricación y venta de productos naturales procesados de uso medicinal y la implementación de Buenas Prácticas de Manufactura y Buenas Prácticas Agrícolas y de Recolección a nivel nacional.

Contaminación microbiana y multiresistencia

El riesgo potencial para la salud se incrementa cuando los microorganismos contaminantes presentan además multiresistencia. En Minna Metrópolis en Nigeria, se analizó el patrón de susceptibilidad antimicrobiana de las bacterias aisladas de jarabes ente ellas *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* y *Bacillus subtilis*, encontrando que exhibían una amplia resistencia a antibióticos [14]. En otro estudio también en Nigeria se evaluaron a *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli* aislados de jarabes de cloroquina, y se determinó que fueron resistentes a tres de los 7 antibióticos ensayados [15]. En el estudio realizado por nuestro grupo, *Enterobacter* y *Escherichia coli* mostraron patrones de multirresistencia, mientras que *Pseudomonas* fue sensible a los antibióticos utilizados [13].

Establecimiento de los límites microbianos

Los límites de aceptación deben establecerse con un adecuado análisis de riesgos enfocado en la seguridad del paciente: considerando la vía de administración (oral, tópica, oftálmica, etc.), las condiciones patológicas (por ejemplo, piel que ha perdido su integridad, o condiciones que cursan con inmunodepresión), los componentes de la formulación (actividad de agua, conservantes antimicrobianos) y particularidades del proceso (tratamiento térmico, filtración, etc.), entre otros. Los estudios de estabilidad deben incluir ensayos para determinar la carga microbiana y la presencia de patógenos.

Las especificaciones varían de país a país, y han ido cambiando con el tiempo; considerando que un medicamento, independientemente del origen de su materia prima y de su proceso de manufactura, debe demostrar su seguridad, eficacia y calidad, los límites microbianos recomendados para ingredientes y productos botánicos descritos en el capítulo general <2023> de la USP 42, que trata de los atributos microbiológicos de los suplementos dietéticos deberían ser el requerimiento mínimo. Para las materias primas de origen botánico estos límites podrían ser superiores si el proceso incluye algún paso que reduzca los microorganismos viables. Estos recuentos indican si se están aplicando técnicas asépticas en la fabricación, si los procesos de desinfección son adecuados y si las prácticas de almacenamiento son válidas. Estos límites de aceptación pueden variar de acuerdo con las farmacopeas que se emplean como directrices y en base a la OMS. En la Tabla 1 se muestran recomendaciones de los límites microbianos para ingredientes botánicos que son utilizados para la elaboración de productos farmacéuticos naturales [16][17].

Tabla 1. Recomendaciones de los límites de aceptación microbiana de ingredientes botánicos

Limites Microbiológicos (UFC/g)				
Directriz	**Microorganismos**	**Productos Botánicos secos o en polvo**	**Extractos botánicos en polvo**	**Contienen ingredientes botánicos**
Farmacopea de los Estados Unidos	Aerobios totales	10^5	10^4	10^4
	Mohos y Levaduras	10^3	10^3	10^3
	Enterobacterias y otras bacterias negativas	10^3	No especifica	No especifica
	E. coli	Ausente	Ausente	Ausente
	Salmonella spp.	Ausente	Ausente	Ausente
Farmacopea Británica[a]	**Microorganismos**	**Destinados a la preparación de infusiones y decocciones con agua hirviendo**	**El tratamiento reduce los niveles de microorganismo**	**El tratamiento podría no reducir los niveles de microorganismos**
	Aerobios totales	10^7	10^4	10^5
	Mohos y Levaduras	10^5	10^2	10^4
	Enterobacterias y otras bacterias negativas	No especifica	10^2	10^4
	E. coli	10^3	Ausente	Ausente
	Salmonella spp.	Ausente	Ausente	Ausente
Farmacopea Brasileña	**Microorganismos**	**Proceso extracción mediante el empleo de agua caliente**	**Proceso de extracción en frío**	**Productos finales para uso oral**
	Aerobios totales	10^7	10^5	10^4
	Mohos y Levaduras	10^4	10^3	10^2
	Enterobacterias y otras bacterias negativas	10^4	10^3	10^2
	E. coli	10^2	10	Ausente
	Salmonella spp.	Ausente	Ausente	Ausente

	Microorganismos	Medicamentos a los que se agrega agua hirviendo antes de su uso	Materias vegetales que han sido pretratadas o se utilizan como formas tópicas	Medicamentos para uso interno
OMS	Aerobios totales	10^7	10^7	10^5
	Mohos y Levaduras	10^4	10^4	10^3
	Enterobacterias y otras bacterias negativas	10^4	10^4	10^3
	E. coli	10	10^2	10
	Salmonella spp.	Ausente	Ausente	Ausente

a. La Farmacopea Británica establece sus criterios de aceptación de acuerdo al método de preparación de los productos botánicos

Tomado de [16]

En cuanto a los microrganismos objetables, debería como mínimo demostrarse ausencia de *Escherichia coli*, *Salmonella*, *Pseudomonas aeruginosa* y *Staphylococcus aureus*. Otros microorganismos como los del complejo *Burkholderia capacia* tampoco deberían estar presentes, esto debido a que son patógenos oportunistas y su lipopolisacárido es cuatro a cinco veces más endotóxico que el de *Pseudomonas aeruginosa*, puede afectar a personas inmunocomprometidas, en especial pacientes con enfermedades pulmonares crónicas como la fibrosis quística [18].

Reducción del riesgo de contaminación microbiana mediante la aplicación de las BPAR y BPM

Buenas Prácticas Agrícolas y de Recolección (BPAR)

Las fuentes de contaminación en un medicamento están presentes en cualquier fase de la cadena productiva y pueden compilarse mnemotécnicamente, en las 4 M: Mano de Obra, Materia prima, Métodos y Maquinarias. Los productos procesados de uso medicinal presentan mayor riesgo de contaminación microbiana por su origen, procesamiento y por la facilidad de descomponerse; son especialmente sensibles a la humedad y

la temperatura, y representan un medio ideal para mantener o promover el crecimiento de microorganismos [7].

Para disminuir el riesgo de contaminación microbiana se han desarrollado guías y recomendaciones que podríamos dividirlas en dos grandes grupos: las Buenas Prácticas Agrícolas y de Recolección (BPAR) y las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM).

El objetivo de las **BPAR** es garantizar la inocuidad mediante la producción higiénica y la manipulación cuidadosa del material vegetal a fin de reducir la carga microbiana. Podemos tratar de organizar y resumir las principales recomendaciones usando el esquema antes mencionado de las 4M [7].

Mano de Obra:

El personal que participa en la propagación, cultivo, cosecha y poscosecha del material vegetal debe estar capacitado en normas de **higiene**, el cumplimiento de las mismas debe ser adecuadamente supervisado para mantener altos estándares de higiene personal expresado en prácticas como el lavado de manos antes de la manipulación del material, luego de ir al baño y de manipular material contaminado; el respeto de normas de conducta como no fumar, comer, escupir, estornudar o toser cerca del material; así como no usar joyas, relojes o efectos personales que puedan ser fuente de contaminación. Deben usar ropa y equipo de protección adecuado a su tarea.

Los agricultores, recolectores, productores, manipuladores y procesadores, tener un buen estado de **salud**: no deben tener enfermedades transmisibles, heridas abiertas, inflamaciones o enfermedades cutáneas.

Materias primas:

Bajo esta denominación consideraremos todos los elementos necesarios para generar el material vegetal, haciendo énfasis en el suelo, el agua e insumos como los fertilizantes.

Los emplazamientos en general y el **suelo** en particular no debe ser propensos a contaminantes o inundaciones. El **agua** empleada para el riego debe cumplir con normas de calidad locales. No debe usarse el excremento humano como **abono** y el estiércol animal debe haber sido sometido a una intensa descomposición para reducir la carga microbiana antes de su uso.

Maquinarias

Este término engloba el área física, los servicios y los equipos necesarios para la generación del material vegetal.

El **área física** para el procesamiento del material vegetal debe estar diseñada y construida para disminuir su contacto directo con el suelo, y separando áreas con alta producción de polvo (secado o molienda) o material contaminado. Los materiales usados en su construcción no deben ser difíciles de limpiar y desinfectar, y la disposición misma de las instalaciones deben favorecer estas tareas y su verificación. Se debe evitar materiales que favorezcan la captación de substancias y partículas, por ejemplo madera, y se deben disminuir las zonas difíciles de alcanzar y verificar; se debe privilegiar el uso de materiales impermeables y no absorbentes. El diseño general debe impedir la acumulación de suciedad y la condensación y goteo de **agua**.

Las instalaciones para el suministro de agua deben evitar la contaminación. La retirada de aguas negras debe realizarse de manera higiénica.

La **ventilación** debe ser suficiente para evitar temperaturas excesivas y la condensación de vapor. Además, el aire nunca debe fluir desde una zona de menor grado de limpieza hacia otra más limpia.

Los **equipos** y herramientas deben estar construidos en materiales lisos que se puedan limpiar y desinfectar adecuadamente; su diseño debe facilitar estas tareas y la inspección visual de las mismas.

Métodos:

La **cosecha** debe realizarse en ausencia de rocío, lluvia o humedad excesiva; de lo contrario el material debe secarse inmediatamente para evitar la fermentación y el crecimiento de mohos.

Los equipos, herramientas y recipientes deben almacenarse limpios y secos, separados del material sucio, protegidos de plagas, insectos, roedores, aves, animales de granja o domésticos.

El material vegetal no debe estar en contacto directo con la tierra; si se trata de raíces, se debe eliminar rápidamente. Debe transportarse lo antes posible, en condiciones limpias, evitando la humedad. Se deben evitar los daños mecánicos que faciliten el crecimiento de microrganismos, se debe desechar el material descompuesto.

La **recolección** de especies silvestres no debe realizarse en las inmediaciones de zonas de pastoreo, incluidas márgenes de río aguas abajo.

El procesamiento primario de materia prima vegetal medicinal cosechada o recolectada debe realizarse tan pronto llegue y en condiciones protegidas de la humedad; de no ser esto posible, el material fresco pude mantenerse en refrigeración, debe evitarse el uso de conservantes. El material debe protegerse de la contaminación y descomposición, así como de insectos, roedores, aves, y otras plagas, así como de animales de granja o domésticos.

El **secado** busca llegar al contenido de humedad lo más bajo posible para reducir los daños por mohos y otros microorganismos. El secado al aire libre por exposición directa al sol debe evitar el contacto directo con el suelo y con el concurso de mallas metálicas que protejan el material.

Otros **procesos específicos** para disminuir la carga microbiana como ebullición en agua, cocción al vapor, fumigación, tueste, encalado, radiación deben ser verificados en cuanto a su efectividad.

Los materiales vegetales medicinales procesados deben **envasarse** y etiquetarse lo antes posible para evitar la contaminación. Los materiales de embalado reutilizables como sacos de yute o bolsos de malla, deben lavarse, desinfectarse y secarse antes de su uso, y almacenarse en un lugar limpio y seco.

Los medios de **transporte** deben limpiarse y desinfectarse entre carga y carga, así como ventilarse para eliminar la humedad.

Todos los procesos deben estar **documentados**: deben existir procedimientos escritos aprobados y registros que atestigüen su aplicación.

Buenas Prácticas de Manufactura (BPM)

Los productos naturales de uso medicinal, deben, al igual que todo medicamento, ser seguros y eficaces; en el ámbito que compete al presente capítulo, el estricto cumplimiento de las **BPM** disminuye el riesgo de contaminación microbiana.

Por su origen, estos productos no están exentos de contaminantes microbianos pero el proceso de transformación del material vegetal en producto terminado debe mantener al mínimo posible la incorporación de más carga microbiana o permitir su desarrollo. Muchas, si no todas las re-

comendaciones descritas en BPAR aplican a las BPM; enfatizaremos aquellas que requieran una ampliación [19].

La higiene del **personal** está bien fundamentada en su capacitación y supervisión continua. El nivel de exigencia de las normas no difiere del aplicado en cualquier medicamento, es más, por su naturaleza, el material vegetal empleado como materia prima y los productos que lo contienen son más sensibles a la contaminación microbiana que una materia prima de origen sintético, en las cuales su actividad de agua y la ausencia de material orgánico dificultan la permanencia y desarrollo de la mayoría de microorganismos.

Los **métodos** empleados para reducir la contaminación microbiológica, así como los usados para determinar la extensión de la misma deben estar validados.

El diseño, construcción y mantenimiento de las **instalaciones** toman especial importancia por la susceptibilidad de materias primas, semielaborados y producto terminado al crecimiento microbiano. Las áreas deben estar siempre organizadas, limpias y bien mantenidas. La humedad, la temperatura y el polvo son los principales factores de riesgo a controlar.

Los **equipos**, en especial aquellos que generan o procesan polvos, deben disponer de procedimientos de limpieza validados. Siempre que sea posible, el uso de aspiración o limpieza en húmedo se prefiere siempre al empleo de aire comprimido u otro método que genere partículas que pueden transportar microrganismos o substancias que sirvan para sustentar su crecimiento. Donde sea necesario se usarán sistemas de extracción de polvos, además de la aplicación de las presiones diferenciales propias de áreas de manufactura.

Las condiciones ambientales permisibles en cuanto a Temperatura y Humedad deben ser establecidas en base al tipo de producto y materia prima [19].

Dentro de las BPM un apartado importante es la calidad de **agua** que es utilizada como materia prima y disolvente en el procesamiento de los productos naturales; es importante establecer parámetros químicos y sobre todo microbiológicos que garanticen la calidad, seguridad y conservación del producto y evitar que el agua sea otra fuente de contaminación microbiana en los productos naturales, es por eso que el agua empleada para la elaboración o fabricación debe ser agua purificada como mínimo.

El análisis microbiológico del agua garantiza su calidad para su uso y minimiza el riesgo de una contaminación cruzada, para este análisis se puede emplear los métodos descritos en la USP que recomienda realizar las Pruebas de Recuento Microbiano, Pruebas de Microorganismos Específicos, que se describen en los métodos generales <61> y <62> respectivamente [20]. Los métodos de cultivo para el análisis microbiano del agua incluyen, la prueba de vertido en placa, la dispersión en placa, la filtración por membranas y la prueba del número más probable (NMP). Son métodos fáciles de emplear y proporcionan una excelente capacidad global de procesamiento de muestras.

Discusión

Los productos naturales procesados son ampliamente utilizados en países como el Ecuador, donde buena parte de la población no puede acceder a seguros de salud o necesitan cubrir tratamientos costosos y muchas veces inaccesibles.

Los estudios y evidencias revisados en este documento, demuestran que esos productos pueden y están contaminados con microorganismos capaces no solo de alterar sus características físicas, químicas, organolépticas e incluso terapéuticas, sino de representar un riego para la población que los consume. Dentro de los microorganismos patógenos más frecuentemente aislados, está *Staphylococcus aureus*, un coco Gram positivo potencialmente patógeno, en especial si se trata de cepas resistentes a la meticilina. Otras bacterias como especies de *Bacillus* son también frecuentes, posiblemente porque el ambiente donde se preparan los productos, son abiertos y sobrepasan el número de partículas permitidos. El aislamiento de enterobacterias pone de manifiesto la necesidad de mejorar la calidad del agua y las condiciones higiénicas. La presencia de hongos capaces de producir micotoxinas supone riesgos, dependiendo del grado de toxicidad, niveles de exposición y características de la población expuesta. La revisión de la literatura analizada permite también evidenciar que la contaminación se da independientemente del tipo de formulación, o ruta de administración, sean productos sólidos o líquidos, orales o tópicos, se observa que pueden estar presentes microrganismos en niveles que sobrepasan valores

microbiológicamente aceptables. Otro hecho registrado es la presencia en los productos, de bacterias que muestran patrones de multirresistencia a antibióticos, lo que supone un riesgo para la población, ya que limita las opciones terapéuticas frentes a infecciones que estos microorganismos puedan causar. Adicionalmente, estos productos podrían ser vehículos para la diseminación de bacterias multirresistentes en la comunidad, lo que es de preocupación para la salud pública.

Conclusiones e implicaciones sociales

La falta de cumplimiento en los estándares microbiológicos de los productos naturales procesados de uso medicinal, podría indicar la necesidad de implementar BPM y BPAR en las empresas encargadas de elaborarlos, de manera que aplicarlas podría disminuir el riesgo de contaminación microbiológica y contribuir a garantizar que los productos naturales que se comercialicen sean seguros y aptos para la población que los consuma o utilice. Se debe evitar su contaminación por microorganismos patógenos o sus toxinas que puedan ocasionar trastornos en la salud como intoxicaciones, afecciones de la piel o problemas gastrointestinales. Las empresas deben dar a conocer y aplicar normas de calidad como son las BPA y BPAR a sus operarios y técnicos que están relacionados con la obtención y elaboración de los productos naturales, para asegurar un proceso de calidad desde la obtención de la materia prima, hasta que llegue a las manos del consumidor, además se deben emplear y asegurar el cumplimiento de parámetros microbiológicos establecidos dentro de las farmacopeas o regulados por organismos como la OMS o la FDA (Food and Drug Administration).

En el Ecuador, la Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria (ARCSA) como agente regulador y de vigilancia en la elaboración y expendio de medicamentos, debe promover la seguridad, eficacia, control y calidad de los productos naturales comercializados, mediante la ampliación con base en conocimientos y el asesoramiento sobre normas legales y de garantía de la calidad a las personas o empresas responsables de la producción de este tipo de productos.

Referencias

[1] Kosalec I., Cvek J. & Tomić S. (2009). Contaminants of medicinal herbs and herbal products. *Arh. Hig. Rada Toksikol.*, 60(4):485–501. Disponible en: https://doi.org/10.2478/10004-1254-60-2009-2005.

[2] Okunlola A., Adewoyin BA. & Odeku OA. (2007). Evaluation of Pharmaceutical and Microbial Qualities of Some Herbal Medicinal Products in South Western Nigeria. *Trop. J. Pharm. Res.*, 6(1):661–670. Disponible en: doi: https://doi.org/10.4314/tjpr.v6i1.14644.

[3] Enayatifard R., Asgarirad H. & Kazemi-Sani B. (2010). Microbial quality of some herbal solid dosage forms. *African J. Biotechnol.*, 9(11):1701–1705. Disponible en: https://doi.org/10.5897/AJB10.1673

[4] Shaqra Q., Shawaqfah M. & Al Momani W. (2014). Microbiological Quality of Blister Pack Tablets in Community Pharmacies in Jordan. *Trop. J. Pharm. Res.*, 13(2):261. Disponible en: https://doi.org/10.4314/tjpr.v13i2.15

[5] Ratajczak M., Kubicka MM., Kamińska D. et al. (2015). Microbiological quality of non-sterile pharmaceutical products. *Saudi Pharm. J.,* 23(3):303–307. Disponible en: https://doi.org/10.1016/j.jsps.2014.11.015

[6] Mukhtar GL., Mukhtar MD. & Magashi AM. (2020). Assessment of microbial contamination in pediatric oral liquid formulations marketed in katsina state, Nigeria. *Bayero Journal of Pure and Applied Sciences*, 12(1): 657–662. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/344402960_ASSESSMENT_OF_MICROBIAL_CONTAMINATION_IN_PEDIATRIC_ORAL_LIQUID_FORMULATIONS_MARKETED_IN_KATSINA_STATE

[7] OMS (2003). *Directrices de la OMS sobre buenas prácticas agrícolas y de recolección (BPAR) de plantas medicinales.* Organización Mundial de la Salud. pp. 6–9. Disponible en: https://apps.who.int/iris/handle/10665/42870

[8] Rauf A., Erum A., Noreen S., Shujaat J., Ashraf M. & Afreen S. (2018). Microbiological quality control of some non-sterile preparations commonly used in Pakistan. Pakistan Journal of Pharmaceutical Sciences. 31. 1237-1242. *Pak. J. Pharm. Sci.,* 31(4):1237-1242. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/326413775_Microbiological_quality_control_of_some_non-sterile_preparations_commonly_used_in_Pakistan

[9] Obi CN. & Nwannunu U. (2010). Microbiological analyses of drug tablets from selected outlets in umuahia, Abia state, Nigeria. *Res. J. Pharmacol.*, 4(2):31–37. Disponible en: https://doi.org/10.3923/rjpharm.2010.31.36

[10] de Sousa Lima C., Fujishima M., de Paula Lima B. et al. (2020) Microbial contamination in herbal medicines: a serious health hazard to elderly con-

sumers. *BMC Complement. Med. Ther.*, 20(1):1–9, Disponible en: https://doi.org/10.1186/s12906-019-2723-1

[11] Stanley C., Ibezim C. & Diorgu F. (2018). Evaluation of the Claims of Microbiological Activity and Microbiological Quality of Some Oral Herbal Medicinal Products Sold in Port-Harcourt Metropolis. *Microbiology Research Journal International*, 23(6), 1-16. https://doi.org/10.9734/MRJI/2018/41462

[12] Gad G., Aly R. & Ashour M. (2011) Microbial Evaluation of Some Non-sterile Pharmaceutical Preparations Commonly Used in the Egyptian Market. *Trop. J. Pharm. Res.*, 10(4):437–445, https://doi.org/10.4314/tjpr.v10i4.9

[13] Carrasco D., Espinoza R., Alejandro G. et al. (2020). Evaluación de la calidad microbiológica de productos naturales procesados de uso medicinal comercializados en Quito, Ecuador. *Rev. Peru. Med. Exp. Salud Publica*, 37(3):431–437. Disponible en: https://doi.org/10.17843/rpmesp.2020.373.4889

[14] Daniyan SY. & Sangodere TA. (2011). Microbial Assessment of Some Syrup Sold in Patent Medicine Stores in Minna Metropolis, Nigeria. *Int. Res. J. Pharm.*, 2(8):58–61. Disponible en: https://www.irjponline.com/admin/php/uploads/vol-2_issue-8/11.pdf

[15] Agbo BE., Takon IA. & Ajaba MO. (2016). Prevalence of Contaminating Microorganisms in Anti-Malarial Drugs Sold in Calabar, Cross River State, Nigeria. *Int. J. Pharm. Sci. Res.*, 7(10):4272–4277. Disponible en: https://1library.net/document/q761r4ry-prevalence-contaminating-microorganisms-malarial-drugs-calabar-cross-nigeria.html

[16] Dal Molim Ghisleni D., de Souza Braga M., Satiko Kikuchi I. et al. (2016). The Microbial Quality Aspects and Decontamination Approaches for the Herbal Medicinal Plants and Products: An in-Depth Review. *Curr. Pharm. Des.*, 22(27):4264–4287, doi: https://doi.org/ 10.2174/1381612822666160623070829

[17] B. Steinhoff. (2019). Review: Quality of herbal medicinal products: State of the art of purity assessment. *Phytomedicine*, 60:2019–2021. Disponible en: https://doi.org/10.1016/j.phymed.2019.153003

[18] Kenna DTD. et al. (2017). Prevalence of Burkholderia species, including members of Burkholderia cepacia complex, among UK cystic and non-cystic fibrosis patients. *J. Med. Microbiol.,* 66(4):490–501. Disponible en: https://doi.org/10.1099/jmm.0.000458

[19] World Health Organization. (2007). *WHO guidelines on good manufacturing practices (GMP) for herbal medicines* WHO. Disponible en: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/43672/9789241547161_eng.pdf

[20] The United States Pharmacopeial Convention. (2019). *Farmacopea de los Estados Unidos de América : Formulario Nacional USP 42 NF 37.* USP, Ed. Rockville, 37ª ed. Vol. 4, 8947, pp. 6462–6468.

El uso de la medicina tradicional en Ecuador en el cuidado de la piel

C Tello[1], *T. Mosquera-Tayupanta*[2]

Introducción

La piel es el órgano de mayor tamaño del organismo humano y posee gran importancia al tratarse de una cubierta externa que tiene como función constituir una barrera de protección. Poseer una piel sana garantiza un sistema de reparación muy desarrollado que permite mantener la integridad frente a agresiones externas; físicas, químicas y biológicas. El uso de plantas medicinales siempre ha sido una alternativa de uso práctico y rápido para poder tratar tanto la piel sana como sus afecciones. La medicina tradicional ha subsistido a través del tiempo por los saberes transmitidos de forma oral por parte de sabedores a los aprendices de la comunidad para poder sanar, el objetivo del trabajo recopilado en este cpitulo es sistematizar la información relacionada al uso de las plantas medicinales en el cuidado de la piel. Como estrategia de búsqueda los documentos bibliográficos se identificaron en las fuentes documentales; Biblioteca digital del Ministerio de Salud Pública-Ecuador, MIAR, Portal Regional de la BVS, ProQuest, repositorios digitales de universidades, ResearchGate, SciElo, ScienceDirect, Scopus, Springer, utilizando los descriptores: etnobotánica Ecuador, plantas medicinales Ecuador, plantas útiles Ecuador, etnomedicina Ecuador, enfermedades de la piel Ecuador. Los registros obtenidos fueron 31 tras combinar diferentes palabras clave. El criterio de inclusión fue la selección

1 Carol Gabriela Tello León, Ingeniera en Biotecnología, Universidad Politécnica Salesiana
2 Tatiana Mosquera Tayupanta, Magister en Ciencias y Tecnologías Cosméticas, Doctora de Bioquímica y Farmacia, Docente Titular Auxiliar, Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador, Grupo de Investigación en Biotecnología aplicada a los Recursos Naturales (BIOARN), tmosquera@ups.edu.ec

de documentos que refieren a información sobre etnobotánica específicamente de Ecuador. En total se recopiló información de 72 familias y 200 especies para prevención, control y/o curación de enfermedades dérmicas.

El ser humano ha utilizado plantas para su beneficio desde la antigüedad, con finalidad; alimenticia, de construcción, veterinaria, medicinal, entre otras. La megadiversidad del Ecuador proporciona una infinidad de opciones para cubrir estas necesidades. Sin embargo, deben ser usadas de manera sostenible, correcta y segura.

El conocimiento etnobotánico de nuestros antepasados lo tenemos registrado desde la época incásica. El Inca Garcilazo de la Vega (1609-1943), en su obra *Comentarios Reales* documenta las especies vegetales utilizadas por la Cultura Inca, el Padre Juan de Velasco (reedición de 1977) da a conocer más de 270 especies vegetales utilizadas por nuestros aborígenes, posteriormente Marco Varea (1922), señala más de 400 especies de uso medicinal principalmente en la Región Andina, Luis Cordero (1950) señala 200 plantas útiles para las provincias de Azuay y Cañar. Los estudios etnobotánicos en Ecuador se pueden considerar en mayor número en 1990 estos han sido realizados por antropólogos, lingüistas y botánicos extranjeros y entre 1980-1999 con aporte de ecuatorianos, merecieron principal importancias las especies de uso mitológico, alucinógeno y medicinal, los métodos de obtención de la información es la encuesta informal mediante la convivencia con el grupo étnico por períodos relativamente largos de tiempo, registraron bajo número de especies útiles, ejemplos de estos estudios, son: Acosta Solis 1992, Alarcón 1984, Cerón 1995 [1].

La etnobotánica es una disciplina mixta entre ciencias naturales y ciencias sociales que estudia la relación existente entre plantas y hombre. El ser humano, desde su origen y en todas las culturas existentes, siempre ha recurrido a los vegetales para cubrir sus necesidades más elementales: alimentarse, curar las diferentes dolencias más comunes en cada región, vestirse, dar cobijo y calor o procesar alimentos entre otras. La pérdida del conocimiento ancestral referente al uso de las plantas por las diferentes culturas es una realidad ya demostrada a nivel mundial. Las causas de dicha pérdida, aunque varían dependiendo del lugar, están estrechamente relacionadas con los rápidos cambios ambientales, socioeconómicos y cul-

turales que actualmente acontecen en las diferentes culturas y sociedades debido a la globalización [2].

Investigaciones previas, brindan información sobre etnobotánica pero se limitan a provincias o zonas del Ecuador, limitando la información a estos sectores y lo hacen con todo tipo de aplicaciones, es necesario especificar un solo tipo de uso/enfermedad. Por ello es importante reunir todos estos datos para un acceso práctico y lo más completo posible.

La selección de las plantas medicinales en la piel obedece a que su uso no está orientado únicamente como elemento curativo, las plantas han sido desde la antigüedad ampliamente utilizadas para mejorar cualidades y características de la piel, en búsqueda de una piel sana, luminosa y radiante, lo que ha llevado a la utilización de las plantas medicinales dentro del campo de la cosmética con la finalidad de embellecer la piel.

La piel es la cubierta del cuerpo constituida por tres capas: epidermis, dermis e hipodermis. Es el órgano más largo del cuerpo y altamente visible en su mayor parte. La búsqueda de un bienestar completo del ser humano debe iniciar con el cuidado de la piel. Este importante órgano lleva a cabo varias funciones como; protección, termorregulación, impermeabilización, absorción de radiaciones UV, detección de estímulos, etc. y representa casi 1/6 del peso de una persona cubriendo de 1,5 a 2 m^2 [3], siendo un asunto imperativo su cuidado, protección y curación.

Todas las funciones de la piel han sido tradicionalmente descritas como de protección y termorregulación. Siendo la de protección una de las más importantes su función de barrera: contiene el intersticio, el cual impide el ingreso de toxinas y alérgenos. También es importante su elasticidad y plegabilidad y la adherencia de la epidermis a la dermis, la piel es más frecuentemente herida que cualquier otro órgano. Tiene una maravillosa capacidad de regeneración, basada en mecanismos que han atraído el interés de muchas investigaciones científicas. La falla, retardo, deterioro o curación incompleta conduce a cicatrización o desfiguración. Esta es una de las más comunes y costosas cargas en todos los servicios de salud. Las úlceras de decubito, úlceras de piernas, las quemaduras o la injuria accidental de la piel por abrasiones o laceraciones, son causas comunes de pérdida de trabajo y de demandas pesadas para vestimenta y tiempo de enfermería. Además, la desfiguración, la cual es una consecuencia de la pobre regene-

ración después de infecciones, traumas o cáncer, como fue mencionado en la sección previa, puede conducir a aislamiento social y pérdida de la autonomía personal [4].

En Ecuador, la morbilidad del servicio de dermatología, la unidad de quemados y otros servicios corresponden al 6,04 % de camas hospitalarias de dotación normal del año 2019. Entre los diagnósticos se encuentran; melanomas malignos de la piel, tumores malignos de la piel, tumores benignos de la piel, infecciones de la piel y del tejido subcutáneo y otras enfermedades de la piel y del tejido subcutáneo [5] y, al considerarse "no graves", en su mayoría se convive con este problema, no existe una supervisión médica y aumenta la prevalencia de la enfermedad, justificando así el bajo porcentaje [6].

Uno de los objetivos de esta revisión bibliográfica es dar conocimiento del uso de plantas medicinales con el fin de fomentar el rescate y la valorización de saberes ancestrales, que impidan la pérdida de un enorme patrimonio cultural que tenemos como país.

Considerando a la vez que; las experiencias ancestrales acumuladas en el tiempo, su accesibilidad y sus costos bajos, convierten a la medicina herbaria en la alternativa principal para la atención primaria de su salud, hechos que han permitido que estas prácticas se mantengan hasta la actualidad. En Ecuador se establece como política de estado el fortalecer y consolidar la salud intercultural, incorporando la medicina ancestral y alternativa al Sistema Nacional de Salud, que busca entre otras cosas diseñar y aplicar protocolos para facilitar la implementación progresiva de la medicina ancestral y alternativa, con visión holística, en los servicios de salud pública y privada [7].

Métodos

Se trata de una revisión sistemática que abarcó datos sobre el uso de diversas plantas con finalidad dérmica en el Estado ecuatoriano.

Estrategia de búsqueda

Para llevar a cabo el objetivo descrito y para la localización de los documentos bibliográficos se utilizaron las siguientes fuentes documenta-

les; Biblioteca digital del Ministerio de Salud Pública – Ecuador, MIAR, Portal Regional de la BVS, ProQuest, repositorios digitales de universidades, ResearchGate, SciElo, ScienceDirect, Scopus, Springer, utilizando los descriptores: etnobotánica Ecuador, plantas medicinales Ecuador, plantas útiles Ecuador, etnomedicina Ecuador, enfermedades de la piel Ecuador.

Los registros obtenidos fueron 31 tras la combinación de diferentes palabras clave.

Criterios de inclusión y exclusión

Para delimitar y escoger de manera idónea las fuentes de investigación se utilizó como punto de control la selección de documentos que refieren a información sobre etnobotánica específicamente de Ecuador.

Sin embargo, no se tomó en cuenta el año de publicación por tratarse de conocimientos ancestrales pero que mantienen relevancia actual por su uso permanente y cotidiano.

Resultados

Los resultados obtenidos de la investigación son la síntesis y homogenización de datos recopilados de las diversas fuentes bibliográficas, reuniendo dichos datos en tablas fáciles de leer y que sirven de acceso rápido y práctico a conocimientos ancestrales y actuales. En total se enlistaron 72 familias y 200 especies para prevención, control y/o curación de enfermedades dérmicas [3], [8]-[31].

La Tabla 1 reúne los datos acerca de la familia, nombre científico y nombre(s) vernáculo(s) de las plantas recopiladas utilizadas para tratar enfermedades dérmicas en el Ecuador de los diferentes documentos seleccionados.

Tabla 1. Taxonomía básica del listado de plantas con uso dérmico en el Ecuador

Familia	N°	Nombre Científico	Nombre(s) Vernáculo(s)
Acanthaceae	1	*Justicia pectoralis* Jacq.	Saucillo, tigresillo
Adoxaceae	2	*Sambucu snigra* L.	Saúco negro
Aloaceae	3	*Aloe vera* Burm. f.	Sábila

Familia	N°	Nombre Científico	Nombre(s) Vernáculo(s)
Amaranthaceae	4	*Alternanthera* sp.	Kantse
	5	*Alternanthera cf. pubiflora* (Benth.) Kuntze.	Escancel morado
	6	*Amaranthus caudatus*	Ataco, ataku, sangorache, sango-racha, amaranto negro
	7	*Amaranthus muricatus*	Ataco
	8	*Aerva sanguinolenta* (L.) Blume	Escancel, hierba de purgas, mo-radilla
	9	*Cyathula achyranthoides*	Cadillo, San Gémula
	10	*Iresine diffusa* Humb. & Bonpl. exWilld.	Escancel
	11	*Iresine herbstii* Hook.	Escancel
Annonaceae	12	*Annona muricata*	Guanábana
Apiaceae	13	*Anethum graveolens* L.	Eneldo
	14	*Arracacia xanthorrhiza* Bancr.	Maya, zanahoria
	15	*Eryngium* sp.	Pomas
	16	*Eryngium foetidum* L	Culantrillo de monte, chillangua
	17	*Petroselinum crispum* (Mill.) A. W. Hill	Perejil
Apocynaceae	18	*Prestonia mollis* Kunth.	Bejuco del cáncer
Araceae	19	*Philodendron* sp.	Sanwap
	20	*Syngonium podophyllum* Schott	Sunkip
Araliaceae	21	*Oreopanax andreanus* Marchal	Pumamaki
	22	*Oreopanax sp.* Decne. & Planch.	Pumamaki
Arecaceae	23	*Achyroclin ealata (*Kunth) DC.	Lechuguilla
	24	*Aiphanes ulei* (Dammer) Burret	Pan si noha, chontaduro de nutria
	25	*Astrocaryum chambira* Burret	Tuinfa, cumare, palma de cumare
	26	*Astrocaryum jauari* Mart.	Hiabetoñi, coco de sardina, yavarí
	27	*Bactris corossilla* H. Karst.	kamancha
	28	*Bactris gasipaes* Kunth	Omá, chontaduro
	29	*Bactris setulosa* H. Karst.	Chontilla

Familia	N°	Nombre Científico	Nombre(s) Vernáculo(s)
Arecaceae	30	*Cocos nucifera* L.	Coco
	31	*Desmoncus mitis* Mart.	Foodá
	32	*Mauritiella armata* (Mart.) Burret	Cananguchillo
	33	*Oenocarpus bataua*	Nihuchu
	34	*Philodendron campii* Croat	Avispa panga u Hoja de avispa
	35	*Pholidostachys synanthera* (Mart.) H. E. Moore	Fekori
Asteraceae	36	*Ambrosia arborescens* Mill	Marco, altamiso
	37	*Ambrosia artemisioides*	Altamisa
	38	*Achillea millefolium* L.	Orégano de dulce
	39	*Acmella alba* (L'H´er.) R. K. Jansen	Botón amarillo
	40	*Acmella oppositifolia* (Lam.)R. K. Jansen	Botoncillo
	41	*Ageratina pseudochilca* (Benth.) R.M. King. & H. Rob.	Pince
	42	*Aristeguietia glutinosa* (Lam.) R. M. King & H. Rob.	Matico
	43	*Baccharis genistelloides (Lam). Pers.*	Tresfilos
	44	*Baccharis latifolia (Ruiz & Pav.) Pers.*	Chilca
	45	*Barnadesia arborea Kunth.*	Clavelillo
Asteraceae	46	*Bidens andicola Kunth.*	Amor ciego, mishico, pante amarillo, ñachag
	47	*Calendula officinalis L.*	Botón de oro
	48	*Chamaemelum nobile*	Manzanilla
	49	*Chuquiraga jussieui*	Chuquira, chuquiragua
	50	*Gamochaeta Americana Mill. Wedd.*	Lechuguilla
	51	*Gynoxys verrucosa Wedd.*	Guangalo
	52	*Matricaria chamomilla L.*	Manzanilla
	53	*Matricaria recutita L.*	Manzanilla
	54	*Pyrethrum parthenium L.*	Santa maría
	55	*Smallanthus sonchifolius (Poepp.) H. Rob*	Jícama

Familia	N°	Nombre Científico	Nombre(s) Vernáculo(s)
Asteraceae	56	*Sonchus oleraceus L.*	Cachicerraja
	57	*Taraxacum officinale Weber*	Diente de león, taraxaco
	58	*Vernonanthura patens (Kunth) H. Rob.*	Neitiak, naetiak
Begoniaceae	59	*Begonia parviflora*	Bibitsic
Betulaceae	60	*Alnus acuminate Kunth.*	Aliso
Bignoniaceae	61	*Jacaranda mimosifolia D. Don*	Arabisco
	62	*Stizophyllum inaequilaterum*	Hueco
Bixaceae	63	*Bixa orellana L.*	Achiote, ipiak
Boraginaceae	64	*Borago officinalis L.*	Borraja, borrago
	65	*Cordialutea*	Muyuyu
Buddlejaceae	66	*Buddleja globosa, lam hope*	Matico
Burseraceae	67	*Bursera graveolens (Kunth) Triana & Planch.*	Palo santo
Cactaceae	68	*Cumulopuntia corotilla K. Schum. ex Vaupel*	Corotilla
Cannaceae	69	*Canna indica*	Achira, achira sisa, atcera, oyonkabe, kariakria, wampiak
Caprifoliaceae	70	*Valeriana tomentosa* Kunth	Chilpalpal
Chenopodiaceae	71	*Chenopodium album* L.	Palitaria
	72	*Chenopodium ambrosioides* L.	Paico
Cleomaceae	73	*Cleome* sp.	Kawai, numi
Crassulaceae	74	*Bryophyllum pinnatum* (L. f.) Okena	Ampicilina, chugriyuyu
	75	*Kalanchoe pinnata*	Hoja del aire
Cucurbitaceae	76	*Cayaponia bonariensis*	Tzanza lo shili
	77	*Cucurbita pepo* L.	Sambo
Cupressaceae	78	*Cupressus lusitanica* Mill.	Ciprés
	79	*Cupressus macrocarpa* Hartw.	Ciprés
Cyperaceae	80	*Cyperus* sp.	Díctamo real
Cyclanthaceae	81	*Cyclanthus bipartitus* Poit.	Tink
	82	*Eleocharis elegans* (Kunth) Roem. & Schult.	Intiashpiripri

Familia	N°	Nombre Científico	Nombre(s) Vernáculo(s)
Euphorbiaceae	83	*Croton elegans* Kunth	Mosquera
	84	*Croton lechleri* Mull. Arg.	Sangre de drago, laniqui
	85	*Croton mutisianus* Kunth.	Sangre de drago
	86	*Croton urucurana*	Sangre de drago
Equisetaceae	87	*Equisetum bogotense* Kunth	Hierba de la plata, caballo chupa
	88	*Equisetum giganteum* L.	Chupa caballo, cola de caballo
Ericaceae	89	*Cavendishia engleriana*	
Fabaceae	90	*Caesalpinia pulcherrima* (L.) Sw	Sekemur
	91	*Dalea coerulea*	Iso, isu, flor de isu
	92	*Desmodium molliculum* (Kunth.) DC.	San Antonio
	93	*Desmodium* sp.	Hierba de infante
	94	*Erythrina edulis* Triana ex Micheli	Guato
	95	*Erythrina poeppigiana* (Walp.) O.F. Cook	Necerero
	96	*Melilotus indica* (L.) All.	Alfalfilla
	97	*Myroxylon balsamum* (L.) Harms	Chaquino
	98	*Myroxylon peruiferum*	
	99	*Senna didymobotrya* (Fresen)	Palo de abejón
Gentianaceae	100	*Centaurium erythraea* Rafn	Canchalagua
Geraniaceae	101	*Geranium* sp.	Geranio
	102	*Pelargonium odoratissimum* (L.)	Malva olorosa
Haemodoraceae	103	*Xiphidium coeruleum* Aubl	Sacha grarnalote
Juglandaceae	104	*Juglans neotropica*	Nogal
Lauraceae	105	*Cinnamomum zeylanicum*	Canela, árbol de canela, canelo
	106	*Persea americana*	Aguacate
Lamiaceae	107	*Hyptis* sp.	Mastranto
	108	*Melissa officinalis*	Toronjil
	109	*Mentha piperita* L.	Menta
	110	*Ocimum basilicum* L.	Albahaca
	111	*Rosmarinus officinalis L.*	Romero

Familia	N°	Nombre Científico	Nombre(s) Vernáculo(s)
Lamiaceae	112	*Salvia officinalis* L.	Salvia
	113	*Salvia sagittata* Ruiz & Pav	Matico
	114	*Salvia scutellarioides* Kunth	Callanayuyo
Lecythidaceae	115	*Grias peruviana Miers*	Apai
Leguminosae	116	*Acacia macracantha* Humb. & Bonpl. Ex Willd	Uña de gato
Linaceae	117	*Linum usitatissimum*	Linaza, lino
Malvaceae	118	*Alcea rosea* L.	Malva
	119	*Althaea officinalis*	Malva blanca, malva, malva común
	120	*Malachra ruderalis* Guerke	Malva
	121	*Malva sylvestri* L.	Malva
	122	*Sida glomerata* Cav.	Japimiuk
	123	*Sida rhombifolia* L.	Pichana
Marcgraviaceae	124	*Marcgravia coriacea*	
Meliaceae	125	*Guarea kunthiana* A. Juss.	Tapirk
	126	*Guarea macrophylla* Vahl.	Ichillatucuta
Melastomataceae	127	*Monolena primuliflora* Hook. f.	Shangur
Menispermaceae	128	*Abuta grandifolia*	Yahuaticaspi
Mimosaceae	129	*Prosopis juliflora* (Sw) DC	Algarrobo
Monimiaceae	130	*Siparuna eggersii* Hieron.	Monte del oso
Moraceae	131	*Brosimum utile* (Kunth) Oken	Sande
	132	*Ficus carica*	Higo, higuera, evos
	133	*Ficus subandina* Dugand	Mata palo
Myrtaceae	134	*Myrtus communis* L.	Arrayan
	134	*Psidium guineense* Sw.	Guayabilla
Nyctaginaceae	136	*Pisonia aculeata*	Uña de tigre
Onagraceae	137	*Fuchsia hybrida hort.* T. ex Siebert & Voss	Peña Peña
	138	*Fuchsia hypoleuca* I. M. Johnst.	Peña peña
	139	*Fuchsia magellanica* Lam.	Peña peña
	140	*Ludwigia nervosa* (Poir.) H. Hara	Flor de reina, mejorana de huerta

Familia	N°	Nombre Científico	Nombre(s) Vernáculo(s)
Passifloraceae	141	*Passiflora ligularis* Juss.	Granadilla
Phytolaccaceae	142	*Gallesia integrifolia* (Spreng.) Harms	Palo de ajo
Piperaceae	143	*Piper aduncum* L.	Matico, matico lojano
	144	*Piper barbatum* Kunth.	Cordoncillo
	145	*Piper carpunya*	Guaviduca
	146	*Piper ecuadorense* Sodiro	Matico del monte
	147	*Piper peltatum* Ruiz & Pav	Natsamak, santamaría
	148	*Piper umbellatum* L.	Natsamak, santamaría
	149	*Piper* sp.	Matico
Plantaginaceae	150	*Plantago major*	Llantén, llantén de agua, llantén hembra
	151	*Scoparia dulcis* L.	Tiatina
Poaceae	152	*Alopecurus* sp.	Zorro guigua
	153	*Cymbopogon citratus* Stapf	Hierbaluisa, limoncillo
	154	*Hordeum vulgare*	Cebada
	155	*Guadua angustifolia* Kunth	Bambú
	156	*Zea mays* L.	Maíz
Polygonaceae	157	*Polygonum hydropiperoides* Michx.	Soliman
	158	*Rumex obtusifolius* L.	Lengua de vaca
Polypodiaceae	159	*Polypodium calaguala* L.	Calaguala
Rosaceae	160	*Fragaria vesca* L.	Uvilla
	161	*Margyricarpus pinnatus* (Lam.) Kuntze	Perlilla
	162	*Rubus glaucus* Benth.	Mora, mora de castilla
	163	*Rosa cymosa* Tratt.	Rosa
Rubiaceae	164	*Cephaelis williamsii* Stand.	Huagrayajanchi
	165	*Hamelia axillaris*	Balsamillo
	166	*Hamelia patens Jacq*	Curu panga u hoja de gusano
	167	*Morinda citrifolia* L.	Noni
	168	*Uncaria tomentosa (*Willd. ex Roem. & Schult.*) DC.*	Uña de gato

Familia	N°	Nombre Científico	Nombre(s) Vernáculo(s)
Rutaceae	169	*Citrus x junos* Siebold ex Tanaka	Naranja agria
	170	*Citrus limonum*	Limón
	171	*Citrus máxima*	Mandarina, mandarino
	172	*Citrus sinensis* (L.)	Naranja
	173	*Ruta graveolens*	Ruda
Sapindaceae	174	*Serjania*sp.	Bejuco de la erisipela
Scrophulariaceae	175	*Calceolaria tripartite* Ruiz & Pav.	Hierba del sapo
	176	*Scoparia dulcis* L.	Teatina
Smilacaceae	177	*Smilax insignis* Kunth	Ijiak, zarzaparrilla
Solanaceae	178	*Brugmansia arborea* (L.) Lagerh.	Maikiua
	179	*Brugmansia x insignis* Lockwood ex R.E. Schult.	Maikiua
	180	*Brunfelsia grandiflora D.* Don	Chiricaspi
	181	*Cestrum peruvianum* Willd. Ex Roem. & Schult	Saúco
	182	*Nicotiana tabacum* L.	Chamico, tsaank, tabaco
	183	*Solanum americanum* Mil.	Shimbishbi,mortiño
	184	*Solanum mammosum*	Ubre de vaca
	185	*Solanum nigrescens* M. Martens & Galeotti	Hierbamora
	186	*Solanum appressum* K.E. Roe	Tsaknum
	187	*Physalis peruviana* L.	Uvilla, uvilla de sierra
	188	*Witheringia solanacea*	Hierba mora cimarrona
Theaceae	189	*Camellia sinensis* L.	Téamargo
Tropaeolaceae	190	*Tropaeolum majus* L	Mastuerzo
Urticaceae	191	*Boehmeria ramiflora* Jacq.	Hierba de guanchaca
	192	*Cecropia* sp.	Guarumo
	193	*Urera baccifera* (L.) Gaudich. ex Wedd	Ortiga, nara
	194	*Urtica urens*	Ortiga
Violaceae	195	*Viola tricolor* L.	Pensamiento

Familia	Nº	Nombre Científico	Nombre(s) Vernáculo(s)
Verbenaceae	196	*Duranta triacantha*	Mote kasha, espino chivo
	197	*Stachytarpheta cayennensis* (Rich.) Vahl	Verbena
	198	*Verbena litoralis* Kunth.	Verbena
Zingiberaceae	199	*Curucuma longa* L.	Cúrcuma
	200	*Zingiber officinale*	Jengibre

Como se apreció en la Tabla 1 los nombres vernáculos de las diferentes plantas difieren notoriamente según la provincia o región del Ecuador que utilice tal conocimiento etnobotánico, encontrando nombres en español, kichwa, etc.

En la Tabla 2 se detalla; la(s) parte(s) de la planta que conviene utilizar, la forma de preparación, su aplicación y las afecciones dérmicas que pueden tratar.

Tabla 2. Aplicabilidad del listado de plantas de uso dérmico en el Ecuador

Nº	Nombre Científico	TM	P	A	Usos
1	*Justicia pectoralis* Jacq.	R	C, I	B, C	AP
2	*Sambucu snigra* L.	Co, Fl, Fr, H	C, I	B, C	A, C
3	*Aloe vera* Burm. f.	Ge	C, Ca, I, M, PF	C, E, B	Ac, AI, C, Ca, CC, G, H, P, T, Q
4	*Alternanthera sp.*	H, T	PF	AD	AI
5	*Alternanthera cf. pubiflora* (Benth.) Kuntze.	H	C, I, M	B, C	AP
6	*Amaranthus caudatus*	Fl, H	C, I	B	A
7	*Amaranthus muricatus*	Fl, R	C	B, C	A
8	*Aerva sanguinolenta* (L.) Blume	P sin raíz	Ca	E	AI
9	*Cyathula achyranthoides*	Fl, Fr	I	B	C, H,L
10	*Iresine diffusa* Humb. & Bonpl. ex Willd.	H, R	C, I, Ca	B, E	AI
11	*Iresine herbstii* Hook.	R	C, I, Ca	B, E	AI
12	*Annona muricata*	Fl, H, T	C, I	B, C	Q

N°	Nombre Científico	TM	P	A	Usos
13	*Anethum graveolens* L.	PE	I	B, C	AI, G
14	*Arracacia xanthorrhiza* Bancr.	Ra	D	B, C	C
15	*Eryngium* sp.	Fl	C, I	B, C	H
16	*Eryngium foetidum* L	PE	I	B, C	AP
17	*Petroselinum crispum* (Mill.) A. W. Hill	PE	D	B, C	H
18	*Prestonia mollis* Kunth.	H, Ra, T	I	B, C	H
19	*Philodendron* sp.	H, T	PF	AD	C
20	*Syngonium podophyllum* Schott	T	PF	AD	C
21	*Oreopanax andreanus* Marchal	H	D	B, C	D, H
22	*Oreopanax* sp.	H	D, I	B, C	AIn, D, H
23	*Achyroclin ealata (*Kunth) DC.	H	I	B, C	H
24	*Aiphanes ulei* (Dammer) Burret	E			E
25	*Astrocaryum chambira* Burret	E			E
26	*Astrocaryum jauari* Mart.	E			E
27	*Bactris corossilla* H. Karst.	T	PF	AD, E	C
28	*Bactris gasipaes* Kunth	Fr	PF	AD	E
29	*Bactris setulosa* H. Karst.	Corazón de la palma	PF	AD, E	AI
30	*Cocos nucifera* L.	S			H
31	*Desmoncus mitis* Mart.	H, PE			A
32	*Mauritiella armata* (Mart.) Burret	Fr			H
33	*Oenocarpus bataua*	Fr			CC
34	*Philodendron campii* Croat	H	Ca, P	AD, E	AP
35	*Pholidostachys synanthera* (Mart.) H. E. Moore	H			Q
36	*Ambrosia arborescens* Mill	R	Ca, PF	AD	H, S, Sa
37	*Ambrosia artemisioides*	T	D	B, C	D
38	*Achillea millefolium* L.	Fl, H	Ca	AD, E	C
39	*Acmella alba (*L'H´er.) R. K. Jansen	Fl, H	I	B, C	H
40	*Acmella oppositifolia* (Lam.)R. K. Jansen	Fl, H	I	B, C	A
41	*Ageratina pseudochilca* (Benth.) R.M. King. & H. Rob.				C, G

N°	Nombre Científico	TM	P	A	Usos
42	*Aristeguietia glutinosa* (Lam.) R. M. King & H. Rob.	H	I	B, C	AP, C, H, Le
43	*Baccharis genistelloides* (Lam). Pers.	H	I	B, C	H
44	*Baccharis latifolia* (Ruiz & Pav.) Pers.	H, T	I	B, C	AI, G
45	*Barnadesia arborea* Kunth.	Fl	Ca	AD, E	D
46	*Bidens andicola* Kunth.	H	I	B, C	AP
47	*Calendula officinalis* L.	Fl			AI, C, H
48	*Chamaemelum nobile*	Fl, H, T	C, I	B, C	P, Q, S
49	*Chuquiraga jussieui*	Fl, H	C, I	B, C	Ale, AP, H, Le
50	*Gamochaeta americana* Mill. Wedd.	Fl, H	I	B, C	C
51	*Gynoxys verrucosa* Wedd.	PE	D	B, C	D
52	*Matricaria chamomilla* L.	PE	C	V	AI, G
53	*Matricaria recutita* L.	P sin raíz	C, I	B, C	C
54	*Pyrethrum parthenium* L.	H			AP
55	*Smallanthus sonchifolius* (Poepp.) H. Rob	Ra	I	B, C	H
56	*Sonchus oleraceus* L.	PE	I	B, C	AI, AP, G, H, Le
57	*Taraxacum officinale* Weber	H	D	B, C	AI, AP, G, H, Le
58	*Vernonanthura patens* (Kunth) H. Rob.	H	C	B, C	C, Q
59	*Begonia parviflora*				AI, AIn
60	*Alnus acuminate* Kunth.	C, H	Ca	AD, E	A, C, D, H
61	*Jacaranda mimosifolia* D. Don	PE	D	B, C	D
62	*Stizophyllum inaequilaterum*	H	M	B, C	AP
63	*Bixa orellana* L.	S	D	B, C	C, Er, M
64	*Borago officinalis* L.	Fl, H, S	PF	AD	AI, AP, H, Ir, Le, Q
65	*Cordialutea*				C, H
66	*Buddleja globosa* lam hope	H	I, M	B, C	AI, S
67	*Bursera graveolens* (Kunth) Triana & Planch.	C, H	I	B, C	D
68	*Cumulopuntia corotilla* K. Schum. ex Vaupel	PE	I	B, C	AP

Nº	Nombre Científico	TM	P	A	Usos
69	*Canna indica*	H, Ra	C, Ca	AD, B, C, E	AI, D, EC, Em,
70	*Valeriana tomentosa* Kunth				C
71	*Chenopodium album* L.	H	I	B, C	G
72	*Chenopodium ambrosioides* L.	H, S	J	AD	H, Le
73	*Cleome* sp.	H	PF	AD, E	Er
74	*Bryophyllum pinnatum* (L. f.) Okena	H	PF	AD, E	AI, AIn, AP, C, H
75	*Kalanchoe pinnata*	H	C, Ca, Ma	C, E	Ll
76	*Cayaponia bonariensis*	H	M	B, C	D
77	*Cucurbita pepo* L.	L			
78	*Cupressus lusitanica* Mill.	H	I	B, C	D
79	*Cupressus macrocarpa* Hartw.				Ca
80	*Cyperus* sp.	H, T	I	B, C	D
81	*Cyclanthus bipartitus* Poit.	Ra, L	Ca	AD, E	H
82	*Eleocharis elegans* (Kunth) Roem. & Schult.	B	Ca	AD, E	CC
83	*Croton elegans* Kunth	H	I	B, C	C, V
84	*Croton lechleri* Mull. Arg.	C, L	PF, D, M, T	AD, B, C, E	AIn, C, H, Q
85	*Croton mutisianus* Kunth.	L	I	B, C	C, H
86	*Croton urucurana*	H, T	C, Ca	B, C, AD	C
87	*Equisetum bogotense* Kunth	P sin raíz	I	B, C	A, C, G
88	*Equisetum giganteum* L.	H, T	I	B, C	AI, G
89	*Cavendishia engleriana*	H			Q
90	*Caesalpinia pulcherrima* (L.) Sw	Ra	D	B, C	Ca
91	*Dalea coerulea*	Fl, H	I	B, C	AI, H, Le, V
92	*Desmodium molliculum* (Kunth.) DC.	PE	I	B, C	H
93	*Desmodium* sp.	H	C	B, C	H
94	*Erythrina edulis* Triana ex Micheli	C	I	B, C	H
95	*Erythrina poeppigiana* (Walp.) O.F. Cook	T	J	AD	AI
96	*Melilotus indica* (L.) All.	PE	D	B, C	AIn
97	*Myroxylon balsamum* (L.) Harms	C	I	B, C	AIn, D, H

N°	Nombre Científico	TM	P	A	Usos
98	*Myroxylon peruiferum*				H
99	*Senna didymobotrya* (Fresen)	H	C	B, C	AP
100	*Centaurium erythraea* Rafn	PE	C, I	B, C	Ac
101	*Geranium* sp.	H	Ca, I	AD, B, C	AI, G, H
102	*Pelargonium odoratissimum (L.)*	H	D, I	B, C	AI, H
103	*Xiphidium coeruleum* Aubl	H	C	B, C	CC
104	*Juglans neotropica*	H	C	B	AP, H, Le
105	*Cinnamomum zeylanicum*	C	I	B, C	A, AIn
106	*Persea americana*	Fl, Fr	I	B, C	AP, M
107	*Hyptis* sp.	H	C, I	B, C	AP
108	*Melissa officinalis*	Fl, H, PE, T	C, Ca, I, M	AD, B, C	AI, AP, Pi
109	*Mentha piperita* L.	H	I, M	B, C	AI, G
110	*Ocimum basilicum* L.	H	I	B, C	Ac, AI, AP, C, G
111	*Rosmarinus officinalis* L.	PE	I	B, C	AI, G, H
112	*Salvia officinalis* L.	H, PE antes de floración			A
113	*Salvia sagittata* Ruiz & Pav	H	I	B, C	C
114	*Salvia scutellarioides* Kunth	R	Ca	AD	C, M
115	*Grias peruviana* Miers	Fr	I	B, C	Ac
116	*Acacia macracantha* Humb. & Bonpl. Ex Willd	Fl, H	I	B, C	AI, G
117	*Linum usitatissimum*	S	C	B, C	AI, Em
118	*Alcea rosea* L.	PE	Ca	AD	T
119	*Althaea officinalis*	Fl, H, Ra	D, M	B, C	Em
120	*Malachra ruderalis* Guerke	Fl	I	B, C	AIn
121	*Malva sylvestri* L.	Fl, H	I	B, C	AP
122	*Sida glomerata* Cav.	PE	D	B, C	Ca
123	*Sida rhombifolia* L.	Ra	I	B, C	H
124	*Marcgravia coriacea*	H			Q
125	*Guarea kunthiana* A. Juss.	H	I	B, C	H
126	*Guarea macrophylla* Vahl.	H	Ca	AD	Q
127	*Monolena primuliflora* Hook. f.	T	Ca	AD, E	H
128	*Abuta grandifolia*				H, Le

N°	Nombre Científico	TM	P	A	Usos
129	*Prosopis juliflora* (Sw) DC	H, S	D	B, C	H
130	*Siparuna eggersii* Hieron.	H	Ca, I	AD, E	G
131	*Brosimum utile* (Kunth) Oken	L	PF	AD, E	H
132	*Ficus carica*	Fr	Z	AD	Em, V
133	*Ficus subandina* Dugand	L	Ca	AD, E	G
134	*Myrtus communis* L.	Fr, H	I	B, C	AI, G
134	*Psidium guineense* Sw.	H	I	B, C	H
136	*Pisonia aculeata*	H, T	I	B, C	C
137	*Fuchsia hybrida* hort. T. ex Siebert & Voss	Fl, H	I	B, C	H
138	*Fuchsia hypoleuca* I. M. Johnst.	Fl, H	I	B, C	H
139	*Fuchsia magellanica* Lam.	H	I	B, C	H
140	*Ludwigia nervosa* (Poir.) H. Hara	Fl	C	B	AP
141	*Passiflora ligularis* Juss.	Fl, H	Ca	AD	AI
142	*Gallesia integrifolia* (Spreng.) Harms	C	D	B, C	G
143	*Piper aduncum* L.	H, T	Ca	E	A, AI, AP, C, G, H
144	*Piper barbatum* Kunth.	PE	I, M	B, C	C, D
145	*Piper carpunya*	H			Ir
146	*Piper ecuadorense* Sodiro	H	I	B, C	H
147	*Piper peltatum* Ruiz &Pav	H	C	B, C	AI, AP, H, Le
148	*Piper umbellatum* L.	H	C	B, C	AI, AP, C, H
149	*Piper* sp.				Ac, H
150	*Plantago major*	Es, H, PE, Ra, S, T	C, Ca, I, M	AD, B, C, E	A, AI, C, G, H, Le, P
151	*Scoparia dulcis* L.	PE	I	B, C	AP, C, H
152	*Alopecurus* sp.	H	I	V	AI, G
153	*Cymbopogon citratus* Stapf	H	I	B, C	AI, G
154	*Hordeum vulgare*	Se	C	B, C	C
155	*Guadua angustifolia* Kunth	T	PF	AD, E	CC
156	*Zea mays* L.	Fl	D	B, C	D
157	*Polygonum hydropiperoides* Michx.	H	PF	AD	H
158	*Rumex obtusifolius* L.	Fl, H	I	B, C	AI, G
159	*Polypodium calaguala* L.	Ra	D	B, C	AP

N°	Nombre Científico	TM	P	A	Usos
160	*Fragaria vesca* L.	Fl, H	I	B, C	H
161	*Margyricarpus pinnatus* (Lam.) Kuntze	P sin raíz	C	B, C	AP
162	*Rubus glaucus* Benth.	Fr, H	I	B, C	A, H
163	*Rosa cymosa* Tratt.	Fl	C, I	B, C	H
164	*Cephaelis williamsii* Stand.	H	Ca	AD, E	Ec
165	*Hamelia axillaris*	H			
166	*Hamelia patens* Jacq	H	M	B, C	AP, L
167	*Morinda citrifolia* L.	Fr	Ca	E	C
168	*Uncaria tomentosa* (Willd. ex Roem. & Schult.) DC.	H, T	I	B, C	C
169	*Citrus x junos* Siebold ex Tanaka	Fr			
170	*Citrus limonum*	Fl, Fr, H	C, I	B, C	Er, P
171	*Citrus máxima*	Fr, H	I	B, C	C, M
172	*Citrus sinensis* (L.)	H, T	I	B, C	Q
173	*Ruta graveolens*	H, T	Ca, I	AD, B	AP, H, Le, M
174	*Serjania* sp.	H, T	I	B, C	D
175	*Calceolaria tripartite* Ruiz & Pav.	H, T	I	B, C	D
176	*Scoparia dulcis* L.	H, T, PE	C, Ca, I, M	B, C, E	AI, C, D, H, P, Q, S
177	*Smilax insignis* Kunth	H	D	B, C	AI
178	*Brugmansia arborea* (L.) Lagerh.	H	D	B, C	AI, C, H
179	*Brugmansia x insignis* Lockwood ex R.E. Schult.	H	M	B, C	AI, H
180	*Brunfelsia grandiflora* D. Don	C	I	B, C	AI
181	*Cestrum peruvianum* Willd. Ex Roem. & Schult	H	Ca, I, PF	AD, B, E	Ca
182	*Nicotiana tabacum* L.	H	Ca	AD, E	G, H
183	*Solanum americanum* Mil.	Fl, H, T	P	AD, E	AP, C, D, Er, H, Le, Q
184	*Solanum mammosum*				AP, C
185	*Solanum nigrescens* M. Martens & Galeotti	H	I	B, C	AI, AP, C, H, G, Le,
186	*Solanum appressum K*	H	PF	AD, E	C, H
187	*Physalis peruviana K*	Fl	D	B, C	H

N°	Nombre Científico	TM	P	A	Usos
188	*Witheringia solanacea*				Ac, AP, Ec, H, Le, S
189	*Camellia sinensis* L.	PE	C	B, C	P
190	*Tropaeolum majus* L	PE	I	B, C	H
191	*Boehmeria ramiflora* Jacq.	H, T			D
192	*Cecropia* sp.	H	D	B, C	AP
193	*Urera baccifera* (L.) Gaudich. ex Wedd	H	I	B, C	H
194	*Urtica urens*	H	C, Ca, I	AD, B, C, E,	G, H
195	*Viola tricolor* L.	Fl	D, I	B, C	H
196	*Duranta triacantha*				Ir, M, Pa
197	*Stachytarpheta cayennensis (*Rich.) Vahl	H, Ra	D, I	B, C	AP
198	*Verbena litoralis* Kunth.	PE	I	B, C	Ac, AI, Cal, D, G, H, Le
199	*Curucuma longa* L.				AP
200	*Zingiber officinale*	Ra	I		AP, H, Le

TM - Terapéutico morfológico; B: bulbos, C: cortezas, E: espinas, Es: espigas, Fl: flores, Fr: frutos, Ge: gel, H: hojas, L: látex, P: planta, PE: planta entera, R: ramas, Ra: raíz, S: semillas, T: tallos
P – Preparación; C: cocción, Ca: cataplasma, D: decocción, I: infusión, M: maceración, P: pulverización, PF: planta fresca, T: tintura, Z: zumo
A – Administración: AD: aplicación directa, B: baños, C: compresas, E: emplasto, V: vaporización
Usos: A: astringente, Ab: abscesos, Ac: acné, AI: anti inflamatorio, AIn: anti infeccioso, Ale: alergias, AP: afecciones de la piel, C: cicatrizante, Ca: caspa, Cal: calvicie, CC: caída del cabello, D: dermatitis, E: extracción de espinas, Ec: eczema, Em: emoliente, Er: erupciones, G: golpes, H: heridas, Ir: irritación, L: llagas, Le: lesiones, M: manchas de la piel, P: prurito, Pa: paspa, Pi: picaduras de insectos, Q: quemaduras, S: sarpullido , Sa: sarna, T: tonificante, V: verrugas

Como se apreció en la Tabla 2 existe una gran versatilidad para el uso de las plantas en el tratamiento de enfermedades dérmicas, notando la facilidad de manejo y acceso de las mismas para obtener los resultados deseados.

Discusión

La medicina tradicional o ancestral se refiere al conjunto de conocimientos, aptitudes y prácticas en base a teorías, creencias y experiencias indígenas de diferentes culturas, utilizadas para mantener la salud, prevenir, diagnosticar, mejorar o tratar enfermedades [31]. El Ecuador es un país pluricultural y multiétnico que tiene conocimientos guardados en cada una de sus comunidades, este aprendizaje ha venido compartiéndose hasta su uso cotidiano y un paso importante es intentar integrarlo en los sistemas de salud clásicos [26].

Esta investigación tiene la ventaja de haber recopilado una gran cantidad de datos de una enfermedad puntual. Sin embargo, las falencias de este estudio radican en las plantas que no se han encontrado los datos completos, debido a la falta de difusión y conocimiento fuera de la cultura que lo utiliza.

La revisión bibliográfica ha logrado identificar 200 especies utilizadas en el Ecuador tanto con fin terapéutico como cosmético, logrando clasificar 30 usos, y cinco aplicaciones diferentes. Siendo importante resaltar que cada planta tiene una parte determinada, la misma, que es preparada por diferentes técnicas de extracción. Si bien es cierto se ha encontrado que una misma planta puede tener varias partes a ser utilizadas, diferentes tipos de extracción y también con múltiples usos, es precisamente en este punto en que la experimentación científica permitirá identificar de forma más clara los grupos fitoquímicos que están ejerciendo el efecto, investigaciones que reforzarán el saber ancestral y pueden ser el paso para el desarrollo de la industria en el campo de los productos naturales.

Futuras investigaciones de estas especies vegetales que demuestre científicamente la eficacia de los tratamientos naturales, generarán una alternativa accesiblemente económica dentro de un sistema de salud.

Conclusiones e implicaciones sociales

Los conocimientos ancestrales y actuales del Ecuador brindan una amplia variedad de tratamientos para la prevención y/o curación de la piel, es evidente la necesidad de reforzar con estudios estos conocimientos ancestrales. Investigando su eficacia, limitaciones e incluso posibles interacciones que logren valorizar este conocimiento y manejar un sistema de salud no solo

desde un sistema occidental sino también ancestral, apoyando a las prácticas del Buen Vivir implantados por el Gobierno Nacional en la Constitución.

El Ecuador tiene numerosas especies útiles para el tratamiento de enfermedades dérmicas gracias a su diversidad de flora.

Quienes recurran a las plantas como opción para el tratamiento de enfermedades dérmicas, poseen una alta gama de opciones según la localidad, creencias y cultura de cada uno adaptándose así a su estilo de vida, la medicina ancestral ecuatoriana es usada de forma directa o indirecta por cada familia en el país.

Referencias

[1] Cerón Martínez CE. (2002). La etnobotánica en el Ecuador. Universidad Central del Ecuador. *Revista Chinchonia*, 3(1):1-16. Disponible en: https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/CINCHONIA/article/download/2305/2284/9101

[2] Sánchez JM. & Torres L. (2020). Educación, etnobotánica y rescate de saberes ancestrales en el Ecuador. *Revista Espacios,* 41(23):158-170. Disponible en: https://www.revistaespacios.com/a20v41n23/a20v41n23p14.pdf

[3] Gallegos Zurita M. & Gallegos Zurita D. (2017). Plantas medicinales utilizadas en el tratamiento de enfermedades de la piel en comunidades rurales de la provincia de Los Ríos Ecuador. *An. Fac. med.* 78(3):315-321. Disponible en: https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6293187

[4] R. Terence. ([1994] 1995). Piel sana para todos. Int. J. Dermatology. En *DERMATOLOGIA VENEZOLANA, VOL. 33 Nº 1, 199* 33(1):829-835. Disponible en: http://revista.svderma.org/index.php/ojs/article/viewFile/639/620

[5] Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2019). *Registro Estadístico de Camas y Egresos Hospitalarios.* INEC. Disponible en: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/camas-y-egresos-hospitalarios/

[6] Buitrón D., Hurting A-K. & San Sebastián M. (2004). Estado nutricional en niños Naporunas menores de cinco años en la Amazonía ecuatoriana. *Rev Panam Salud Publica*, 15(3):151-159. Disponible en: http://www.scielosp.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1020-49892004000300003

[7] Aguilar L., Alvarado K., Cumbe K., Aguirre S. et al. (2017). *Avances, actualizaciones y desafíos de la medicina contemporánea.* Universidad Católica de Cuenca y el l Centro de Investigación y Desarrollo Ecuador-CIDE. Disponible en: http://repositorio.cidecuador.org/jspui/handle/123456789/41

[8] Aguirre A. (2010). *Recetario de Medicina Tradicional en la Comunidad de San Juan de Cid – Provincia del Azuay*. Tesis de grado, Universidad del Azuay, Ecuador. Disponible en: http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/6521
[9] Azuero A., Jaramillo C., San Martín D. & D'Armas RH. (2016). Análisis del efecto antimicrobiano de doce plantas medicinales de uso ancestral en el Ecuador. *Suplemento en Tecnologías Convergentes* 9(20). Disponible en: https://doi.org/10.29076/issn.2528-7737vol9iss20.2016pp11-18p
[10] Peña C., Guerrero M., Torres J. & Sánchez G. (2020). Cultura ancestral florística de la comunidad kichwa singue central, en la Amazonía ecuatoriana. *Revista de Investigación Enlace Universitario*, 19(1). Disponible en: https://doi.org/10.33789/enlace.19.1.64
[11] Jacob D., Buenaño MP. & Mancera NJ. (2015). Usos de plantas medicinales en la comunidad San Jacinto del Cantón Ventanas, Los Ríos-Ecuador. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica,* 18(1):39-50. Disponible en: https://doi.org/10.31910/rudca.v18.n1.2015.452
[12] Marmolejo D., Montes M. & Bernal R. (2008). Nombres amerindios de las palmas (Palmae) de Colombia. *Revista Peruana de Biologia* 15(3). Disponible en: https://doi.org/10.15381/rpb.v15i3.3774
[13] Fernández-Cusimamani E., Espinel-Jara V., Gordillo-Alarcón S. et al. (2019). Estudio etnobotánico de plantas medicinales utilizadas en tres cantones de la provincia Imbabura, Ecuador. *Rev. Agrociencia*, 53(5):797-810. Disponible en: https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7019471
[14] Tinitana F., Rios M., Romero-Benavides JC. et al. (2016). Medicinal plants sold at traditional markets in southern Ecuador. *J Ethnobiology Ethnomedicine*, 12, 29. https://doi.org/10.1186/s13002-016-0100-4
[15] Ccana-Ccapatinta GV., Monge M., Ferreira PL. et al. Chemistry and medicinal uses of the subfamily Barnadesioideae (Asteraceae). *Phytochem Rev.,* 17, 471–489 (2018). https://doi.org/10.1007/s11101-017-9544-y
[16] León Jaramillo HT. (2010). Inventario florístico del sector de Buga bajo del bosque de Paquiestancia Cayambe-Ecuador 2008. Tesis de grado, Universidad Politécnica Salesiana, 2010. Disponible en: http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/6810
[17] Ballesteros JL., Bracco F., Cerna M., Vita P. & Vidari G. (2016). Ethnobotanical Research at the Kutukú Scientific Station, Morona-Santiago, Ecuador. *BioMed Research International.* Vol. 2016, Article ID 9105. Disponible en: https://doi.org/10.1155/2016/9105746
[18] Lalama-Aguirre JM., Cruz SM. & Verdezoto MA. (2016). Etnobotánica de plantas medicinales en el cantón Tena, para contribuir al conocimiento,

conservación y valoración de la diversidad vegetal de la región amazónica. *Dominio de las ciencias*, 2(2):26-48. Disponible en: https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5761575.pdf.

[19] De la Torre L., Navarrete H., Muriel P., Macía MJ. & Balslev H. (eds.) (2008). Enciclopedia de las Plantas Útiles del Ecuador. Quito, Ecuador: Herbario QCA & Herbario AAU. Disponible en: https://www.academia.edu/30089423/Enciclopedia_de_Plantas_U_tiles_del_Ecuador

[20] Zambrano L., Buenaño M., Mancera N. & Romero E. (2015). Estudio etnobotánico de plantas medicinales utilizadas por los habitantes del área rural de la Parroquia San Carlos, Quevedo, Ecuador. *Univ. Salud,* 17(1):97-111. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-71072015000100009&lang=es

[21] Gallegos ME. (2017). *Las plantas medicinales: usos y efectos en el estado de salud de la población rural de Babahoyo-Ecuador-2015.* Tesis de maestría, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú. Disponible en: https://hdl.handle.net/20.500.12672/6415

[22] Moraes M., Ollgaard B., Kvist L., Borchsenius F. & Balslev H. (eds.). (2006). *Botánica Económica de los Andes Centrales.* Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia. Disponible en: https://www.academia.edu/31617453/Bot%C3%A1nica_Econ%C3%B3mica_de_los_Andes_Centrales_2006.pdf

[23] Rios M. (1993). *Plantas útiles en el noroccidente de la provincia de Pichincha. Etnobotánica del Caserío Alvaro Pérez Intriago y la Reserva Forestal ENDESA.* Quito, Ecuador. Editorial Abya-Yala. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/283122656_Plantas_utiles_en_el_noroccidente_de_Pichincha

[24] Ministerio de Salud Pública. *Plantas Medicinales de la Sierra.* Quito, Ecuador.

[25] Paniagua N., Cámara R. & Macía M. (2015). Patterns of medicinal use of palms across Northwestern South America. *Botanical Review*, 81:317–415 Disponible en: https://doi.org/10.1007/s12229-015-9155-5

[26] Le Loc´h J-P., (2014). *Lista de plantas medicinales comunes en la subregión andina. Propuestas para su integración en los sistemas de salud.* Lima, Perú: ORAS-CONHU. http://oras-conhu.org/Data/20159310252.pdf

[27] Ramos PC., Crivos MA., Colares MN. et al. (2011). Relevamiento etnofarmacobotánico de plantas medicinales usadas en tres zonas diferentes del cantón Quevedo, Provincia de Los Ríos (Ecuador). *Rev. Rojasiana*, 10(1):9-20. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/272563816_Relevamiento_etnofarmacobotanico_de_plantas_medicinales_usadas_en_tres_zonas_diferentes_del_canton_Quevedo_Provincia_de_Los_Rios_

EcuadorEthnopharmacobotanical_survey_of_medicinal_plants_used_in_three_

[28] Naranjo P. & Escaleras R. (eds.). (1995). *La medicina tradicional en el Ecuador*. Quito, Ecuador: Universidad Andina Simón Bolivar; Corporación Editora Nacional.

[29] Caballero V., McLaren B., Carrasco J. et al. (2019). Traditional ecological knowledge and medicinal plant diversity in Ecuadorian Amazon home gardens. *Global Ecology and Conservation*, Vol. 17. Disponible en: https://doi.org/10.1016/j.gecco.2019.e00524

[30] Tene V., Malagon O., Finzi P. et al. (2007). An ethnobotanical survey of medicinal plants used in Loja and Zamora-Chinchipe, Ecuador. *Journal of ethnopharmacology*, 111(1):63-81. Disponible en: https://doi.org/10.1016/j.jep.2006.10.032

[31] Organización Mundial de la Salud. (2003). *Medicina tradicional: definiciones* Disponible en: https://www.who.int/topics/traditional_medicine/definitions/es/

Plantas medicinales respiratorias usadas en Ecuador: una revisión desde el saber ancestral y la literatura científica

Respiratory medicinal plants used in Ecuador: a review from ancestral knowledge and scientific literature

P. Noriega[1], L. Calderón[2], N. Ulloa[3], P.C. Noriega[4]

1 Paco Fernando Noriega Rivera, PhD en Ciencias Farmacéuticas, Químico, docente-investigador, Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador, pnoriega@ups.edu.ec

2 Lissette Carolina Calderón Maldonado, Ingeniera en Biotecnología de los Recursos Naturales, Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador, lmaldonadom2@est.ups.edu.ec

3 Jazmín Nathalia Ulloa Curizaca, Ingeniera en Biotecnología de los Recursos Naturales, Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador, nulloac@est.ups.edu.ec

4 Patricia del Carmen Noriega Rivera, Magister en Antropología, Comunicadora Social, docente, Universidad Central del Ecuador, pdnoriega@uce.edu.ec

Introducción

Las enfermedades del sistema respiratorio sin lugar a duda se encuentran entre aquellas que presentan la mayor morbilidad a nivel nacional y mundial. Anualmente se gastan ingentes cantidades de dinero en fármacos como: antitusígenos, expectorantes, antivirales, antibióticos, antiinflamatorios y antipiréticos; para mitigar enfermedades y síntomas derivados de afecciones respiratorias ampliamente difundidas entre la población. Los diversos pueblos y nacionalidades que habitan el Ecuador emplean una gran cantidad de plantas medicinales tanto nativas como introducidas como parte de tratamientos alternativos en enfermedades respiratorias. La presente revisión analiza aquellas especies empleadas de forma tradicional, y verifica en las de mayor uso, su sustento científico evaluando la información química y de actividad biológica que puede ser encontrada en la literatura científica, contribuyendo de esta manera a incrementar el conocimiento de los productos naturales que son usados en nuestro país.

Las enfermedades del sistema respiratorio inciden con frecuencia en la salud de las personas, siendo extremadamente comunes a lo largo de la vida. La actual pandemia de la Covid-19 muestra la fragilidad de nuestras sociedades ante los patógenos respiratorios, sin embargo, es necesario entender que esta no es la primera o la última vez en que la humanidad deberá enfrentarse a una crisis de esta naturaleza [1,2]. A pesar de la compleja situación que vivimos debemos entender que hemos estado expuestos a virus y bacterias con la capacidad de provocar enfermedades respiratorias prácticamente desde nuestra aparición como especie, lo que nos ha llevado a buscar fuentes de curación ya sean de orígenes natural o sintético.

El mayor porcentaje de las enfermedades respiratorias como la influenza o las infecciones bacterianas son toleradas por la población sin inconvenientes y solo se manifiestan como peligrosas en personas de avanzada edad, en el Ecuador sin embargo constituyen la tercera causa de emergencia hospitalaria con cerca a un 30 %, siendo más frecuente en niños de hasta 11 años, esto según el boletín del ECEH del 2019, antes del inicio de la pandemia [3]. Un interesante estudio del 2020 realizado en un sector de la ciudad de Quito en medio de la crisis de la Covid-19, muestra que un 88,1 % de la población ha padecido enfermedades respiratorias superiores, un 5,4 % enfermedades respiratorias inferiores y un 4,9 % Covid-19 [4].

Los productos naturales, mucho antes de la aparición de los medicamentos de síntesis, han sido empleados para tratar enfermedades respiratorias o para mitigar síntomas relacionados a estas como la tos y la inflamación [5-9]. Una gran parte del uso de los productos naturales se basa en el saber ancestral que en el caso del Ecuador al tener varios pueblos y nacionalidades se vuelve fundamental. La otra fortaleza con la que se cuenta es la elevada biodiversidad en los diferentes nichos ecológicos, donde muchas especies vegetales todavía no cuentan con estudios de respaldo en los campos químico y farmacológico.

El siguiente trabajo tiene como finalidad un reconocimiento de las plantas usadas en el país para enfermedades y síntomas respiratorios, una revisión de los tipos de tratamientos empleados y finalmente una indagación en literatura científica de aquellas especies de mayor interés farmacéutico y bioeconómico.

Métodos

El presente manuscrito se basó de forma general en una investigación minusiosa en varios documentos presentes en la literatura científica, dividiéndose al mismo en tres secciones.

Una primera sección tomó como tema a tratar el tipo de tratamientos ancestrales empleados comúnmente en patologías o síntomas respiratorios.

La segunda se concentró en identificar y catalogar ampliamente a las especies de plantas empleadas en el Ecuador, partiendo de una búsqueda en varios documentos generales y específicos, que pueden ser encontrados como compilaciones etnobotánicas de importancia.

Y la tercera seleccionó a algunas de las especies más conocidas por los diferentes pueblos y nacionalidades para validar su uso con investigaciones de tipo químico y farmacológico, que se relacionen con sus propiedades respiratorias.

Resultados

Terapias usadas por la medicina ancestral en problemas respiratorios

La enfermedad para el mundo andino es un proceso de desarmonización energética, refiere que la enfermedad se debe al: "Desequilibrio de

la persona con la Pachamama, con el cosmos, por las diferentes actividades que desarrollan en su vida y por desligarse con los elementos de la naturaleza. La enfermedad comienza desde el ushay, desde el hálito de vida, aunque inicialmente no tiene nada físicamente. Después, al final va cristalizándose, materializándose en diferentes órganos del cuerpo humano [10].

Por ello, su forma de sanación está íntimamente ligada a la relación del hombre-medicina, el paciente y su entorno (plantas medicinales). Siempre en un ambiente de conexión con el espíritu de las plantas, con agradecimiento y manifestando la intensión de la terapia o sanación. La recolección de las plantas, por su parte, debe ser realizada por el sanador, en un ambiente de conexión y respeto.

El indígena andino no divorcia las causas de las enfermedades con el contexto mágico, mítico y religioso que rodean tanto el mundo físico como el espiritual. Además, conoce los tipos de plantas macho y hembra, así como las plantas frescas y cálidas y prefiere curar los martes y viernes.

En las comunidades indígenas y cada vez más en el mundo mestizo, son utilizadas terapias relacionadas con plantas medicinales, conocidas en relación con un uso generacional que se mantiene por su réplica y práctica constantes. El principio activo de las plantas, se extraen de manera casera, ayudados de elementos y diversidad de técnicas, como:

Infusión: colocación de agua hirviendo en materias vegetales para extraer su principio activo y luego consumir.

Cocción: colocación de hojas, ramas o raíces, frutas sobre agua hirviendo y dejar en el fuego durante 2 a 5 minutos más. Después consumir.

Vaporización: recibir el vapor de plantas medicinales colocadas en agua y sometidas al calor.

Emplasto: se utiliza como compresas o aplicación de hojas chancadas con piedra de moler o con un mazo de madera. “De ello se puede interpretar que reconocen a la piel como una vía de administración donde se absorben los principios activos, necesarios para la curación” [11].

Soasado: se someten hojas, frutas o vegetales a fuego lento, para luego colocar en el área afectada. Puede colocarse directamente a la llama o en soportes de barro o piedra.

Fricción o masaje: con cocciones, aceites o tinturas, realizar masajes en la zona afectada.

Limpias: Hay elementos energéticos que curan también la parte energética enferma del ser humano, por ejemplo, las hierbas que muchas veces ni siquiera se la debe consumir, porque no es el elemento químico activo de la planta lo que hace que se cure. Lo que necesita es la energía de la planta: el ushay de la planta. A eso le llaman "la limpia o sanación, que en kichwa se llama pichana. Se pasa por el cuerpo las plantas y se devuelve lo que falta y la persona está nuevamente cargada de energía [10]

Baños con plantas: Cocinar plantas amargas y dulces por separado y bañarse primero con las amargas. A la mañana siguiente bañarse con aguas dulces. Siempre poniendo la intensión de sanarse.

Baños de vapor: llamados temascal en México, o sauna natural en el mundo occidental. En el mundo andino el paciente ingresa a un iglú natural y por acción del calor de piedras hembras incandescentes, y hierbas, se produce la desintoxicación y cura.

Tinturas y aceites: se trata de elementos esenciales extraídos en aceites vegetales, agua o alcohol. Estos elementos pueden ser usados en masajes, vaporizaciones, o en consumo dosificado.

Sahumar: esta práctica tiene que ver con la dispersión de humo, producido por la quema de plantas medicinales. El humo es asperjado en toda la casa del paciente o en su habitación.

Inhalación de macerados: consiste en reposar en agua, algunas plantas medicinales que posteriormente serían absorbidas por la nariz.

Inhalación de aromas: consiste en fregar la planta medicinal en la palma de la mano, con la finalidad de extraer su aroma. Una vez que el aroma está potenciado, el paciente debe inhalar su fragancia a profundidad con sus fosas nasales.

Plantas medicinales empleadas en enfermedades respiratorias

Analizando varios documentos etnobotánicos generados en Ecuador en los últimos años [12-21], se ha logrado clasificar como plantas respiratorias a un total de 373 especies, las cuales están descritas en la tabla 1.

Tabla No 1. Elenco de plantas medicinales usadas en enfermedades del sistema respiratorio en el Ecuador.

Nombre Científico	Nombre tradicional	Origen	Familia	Usos	Parte usada	Modo de uso
Blechum pyramidatum (Lam.) Urb.	Albahaca morada	Nativa	Acanthaceae	Neumonía	Planta	Decocción
Justicia pectoralis Jacq.	Chinchi mani	Nativa	Acanthaceae	Tos	Hojas	Zumo
Ruellia terminale (Nees) Wassh	Askacha remedyu tape	Nativa	Acanthaceae	Dolor de pulmones	Hojas	Machacadas
Ruellia tuberosa L.	Totoa amba ccupicho	Nativa	Acanthaceae	Tos	Raíz	Infusión
Trichanthera gigantea Humb. & Bonpl. Ex Steud.	Nacedero	Nativa/Cultivada	Acanthaceae	Gripe	Hojas	Infusión
Mayna odorata Aubl.	Chichik yura	Nativa	Achariaceae	Dolor de garganta	Fruto	Infusión
Sambucus canadensis var. Canadensis	Tilo	Nativa	Adoxaceae	Gripes, catarro pulmonar	Flores	Infusión
Sambucus mexicana C.Presl. ex DC	Chilca	Nativa/Cultivada	Adoxaceae	Expectorante, bronquios	Flor	Infusión
Sambucus nigra L.	sauco blanco	Introducida	Adoxaceae	Tos, resfrío, pulmonía	Hojas, flor	Infusión
Sambucus peruviana Kunth	Tilo	Nativo	Adoxaceae	influeza, gripes, tos	Planta	Infusión
Agave americana L.	Mishki	Introducida/cultivada	Agavaceae	Gripes, tos	Planta	Jugo
Allium sativum L.	Ajo	Nativa	Alliaceae	Tos	Fruto	Decocción
Aerva sanguinolenta Blume	Escancel	Introducida	Amaranthaceae	Desordenes pulmonares y respiratorios	Hojas	Infusión

Nombre Científico	Nombre tradicional	Origen	Familia	Usos	Parte usada	Modo de uso
Alternanthera bettzickiana (Regel) G.Nicholson	fiban discancel	Nativa	Amaranthaceae	Bronquitis	corteza, hojas	Infusión
Alternanthera porrigens var. Porrigens	Moradilla	Nativa	Amaranthaceae	Pulmonía	Planta	Infusión
Amaranthus asplundii Thell.	Ataco	Nativa/Cultivada	Amaranthaceae	Resfrio	Flor	Infusión
Chenopodium ambrosioides L.	Payku tape	Introducida	Amaranthaceae	Influenza	Planta	Decocción
Iresine diffusa Humb. & Bonpl. Ex Willd.	Chulku	Nativa	Amaranthaceae	Tos	Planta	Infusión
Iresine herbstii Hook.	Kantse	Nativa	Amaranthaceae	Gripe	Hojas	Infusión
Amaranthus caudatus L.	Ataco, sangorache	Nativa	Amaranthaceae	Afecciones del sistema respiratorio	Inflorescencia	Infusión
Amaranthus hybridus L.	Ataco, sangorache	Nativa	Amaranthaceae	Afecciones del sistema respiratorio	Inflorescencia	Infusión
Crinum amabile Donn	Sanu tape	Introducida	Amaryllidaceae	Gripe	Flores	Infusión
Anacardium occidentale L.	Maranon	Introducida	Anacardiaceae	Infecciones de la garganta	Fruto	Comestible
Mangifera indica L.	Mango	Introducida	Anacardiaceae	Tosferina	Hojas	Infusión
Eryngium foetidum L.	Chilankua	Nativa/Cultivada	Apiaceae	Afecciones pulmonares	Planta	Infusión

Nombre Científico	Nombre tradicional	Origen	Familia	Usos	Parte usada	Modo de uso
Eryngium humile Cav.	Urku rosa blanca	Nativa	Apiaceae	Tos	Planta	Infusión
Apium graveolens L.	Apio	Introducida	Apiaceae	Resfrío	Planta	Sin información
Mandevilla hirsuta (Rich.) K.Schum.	Pish chuwa llullu	Nativa	Apocynaceae	Tuberculosis	hojas	Infusión
Tabernaemontana sananho Ruiz & Pav.	kunapik	Nativa	Apocynaceae	Gripe	Corteza	Raspada
Ilex guayusa Loes.	Wayusa	Nativa/Cultivada	Aquifoliaceae	Gripe	Hojas	Infusión
Anthurium ceronii Croat	Munay kaspi	Nativa	Araceae	Resfríos	Hojas	Infusión
Anthurium pseudoclavigerum Croat	Wataritu pahu panka	Nativa	Araceae	Dolor de garganta	Planta	Infusión
Pistia stratiotes L.	Yaku manti	Nativa	Araceae	Asma	Hojas	Infusión
Dendropanax caucanus (Harms) Harms	Wayusa yura	Nativa	Araliaceae	Gripe	Planta	Infusión
Oreopanax confusus Marchal	Shunku anku	Nativa	Araliaceae	Tos	Hojas	Comestible
Oreopanax ecuadorensis Seem.	Pumamaqui	Nativa/endemica	Araliaceae	Resfrío	Planta	sin información
Aiphanes ulei (Damnter) Burret	Kasha kaspi taraputu	Nativa	Arecaceae	Gripe, resfrio, tos	Palmito, raiz	Decocción
Astrocaryum urostachys Burret	Chuchana	Nativa/endemica	Arecaceae	Resfrío	Endospermo	Infusión
Attalea maripa Mart.	Inayu	Nativa	Arecaceae	Resfrío	fruto	Infusión
Bactris concinna Mart.	Achupara	Nativa	Arecaceae	Resfrío	Raíz	Decocción

Nombre Científico	Nombre tradicional	Origen	Familia	Usos	Parte usada	Modo de uso
Bactris maraja Mart.	Shipu	Nativa	Arecaceae	Resfrío, tos, dolor de garganta	Raíz	Decocción
Desmoncus mitis Mart.	Amarun kasha	Nativa	Arecaceae	Resfrío	Tallo, pinnas	Decocción
Euterpe precatoria Mart.	Pamiwa	Cultivada	Arecaceae	Resfrío	Raices adventicias	Decocción
Geonoma deversa Kunth	Omago	Nativa	Arecaceae	Resfrío	Fruto	Infusión
Oenocarpus bataua Mart.	Chapil	Nativa/Cultivada	Arecaceae	Resfríos, bronquitis, asma, tuberculosis	Aceite del fruto	Beber
Prestoea schultzeana (Burret) H.E,Moore	Chincha	Nativa	Arecaceae	Resfrío, tos, dolor de garganta	Raices adventicias	Decocción
Calendula officinalis L.	Calendula	Introducida	Asteraceae	Expectorante, bronquios	Flor	Infusión
Carduus L.	Corsonera	Introducida	Asteraceae	Resfrío	Planta	Infusión
Chuquiraga jussieui J.F.Gmel.	Chuquiragua	Nativa/Cultivada	Asteraceae	Resfrío	Flor	Infusión
Conyza bonariensis (L.) Cronquist	Ayawachi	Introducida	Asteraceae	Resfrío, afecciones pulmonares, tos	Planta	Infusión
Eupatorium L.	Botoncillo	Nativa	Asteraceae	Gripe, resfrío	Inflorescencia	Infusión
Gamochaeta americana Wedd.	Lancetilla	Nativa	Asteraceae	Gripe	Savia	Beber
Gamochaeta coarctata (Willd.) Kerguelen	Wira wira	Introducida	Asteraceae	Resfrío	Hojas	Machacadas
Gnaphalium mandonii Sch. Bip.	Wira wira	Nativa	Asteraceae	Ronquera	Planta	Infusión

Nombre Científico	Nombre tradicional	Origen	Familia	Usos	Parte usada	Modo de uso
Gnaphalium viravira Molina	Wira wira	Nativa	Asteraceae	Expectorante	Planta	Infusión
Lasiocephalus ovatus Schlecht.	Arquitecta	Nativa	Asteraceae	Resfrío	Hojas	Infusión
Matricaria recutita L.	Manzanilla	Introducida/ cultivada	Asteraceae	Resfrío,gripe, bron-quitis	Planta	Infusión
Neurolaena lobata R.Br.	Na kantsa	Nativa	Asteraceae	Gripe, inflamacion de la garganta, pulmonía	Tallo, ho-jas, flores	Infusión / maceradas
Perezia multiflora Less.	Escorzonera	Nativa	Asteraceae	Resfrío, bronquitis, tos	Planta	Infusión
Polymnia L.	Colla	Nativa	Asteraceae	Resfrío	Hojas	Infusión
Pyrethrum parthenium Sm.	Hierba de Santa Maria	Introducida	Asteraceae	Resfrío	Fruto	Infusión
Sonchus oleraceus L.	Kana yuyu	Introducida	Asteraceae	Gripe	Planta	Infusión
Tagetes filifolia Lag.	Allpa anis	Nativa	Asteraceae	Resfrío	Planta	Infusión
Taraxacum officinale F.H.Wigg.	Warmi taraxaco	Introducida/ cultivada	Asteraceae	Resfrío	Raíz	Zumo, mace-rada
Tilesia baccata (L.) Pruski	Mana tanchaape	Nativa	Asteraceae	Tosferina, asma	Raíz	Decocción
Xanthium spinosum L.	Kasha marucha	Nativa	Asteraceae	Tos	Semillas	Infusión
Artemisia sodirol Hieron.	Ajenjo, alcanfor	Nativa	Asteraceae	Afecciones del siste-ma respiratorio	Ramas	Infusión
Achyrocline alata (Kunth) DC.	Lechuguilla	Nativa/Culti-vada	Asteraceae	Tos	Planta	Sin informa-ción
Aristeguietia glutinosa (Lam.) R.M. King & H. Rob.	Matico	Nativa/ende-mica	Asteraceae	Resfrío	Planta	Sin informa-ción

Nombre Científico	Nombre tradicional	Origen	Familia	Usos	Parte usada	Modo de uso
Begonia buddleiifolia A.DC.	Paushi chaki	Nativa	Begoniaceae	Tos	Planta	Infusión
Begonia rossmanniae A.DC.	Ojo panka	Nativa	Begoniaceae	Tos, resfrío	Planta	Macerada
Alnus acuminata Kunth	Aliso	Nativa	Betulaceae	Dolencias gripales, garganta	Hojas	Infusión
Alnus acuminata subsp. Acuminata	Aliso, melenas	Nativa	Betulaceae	Dolor de garganta	Hojas	Infusión
Alnus jorullensis Benth.	Aliso	Nativa	Betulaceae	Dolencias gripales, garganta	Corteza, hojas	Infusión
Crescentia cujete L.	Kaapiwallu chi	Introducida/ cultivada	Bignoniaceae	Bronquitis	Fruto	Infusión
Delostoma integrifolium D.Don	Virgen chilca	Nativa	Bignoniaceae	Malestares de la gripe	Flor	Infusión
Macranthisiphon longiflorus K.Schum.	Bejuco	Nativa	Bignoniaceae	Tos	Planta	Infusión
Mansoa alliacea (Lam.) A.H. Gentry	Ajo waska	Nativa/Cultivada	Bignoniaceae	Dolores de garganta, tuberculosis	Corteza	Zumo
Mansoa hymenaea (DC.) A.H.Gentry	Bejuco de ajo	Nativa/Cultivada	Bignoniaceae	Gripe	Tallo, hojas	Maceradas
Mansoa standleyi (Steyerm.) A.H.Gentry	Ajo waska	Nativa	Bignoniaceae	Tuberculosis, gripe, tos	Hojas	Infusión
Bixa orellana L.	Bandenu tape	Nativa/Cultivada	Bixaceae	Resfrío, tos	Hojas	Infusión
Borago officinalis L.	Borrago	Introducida	Boraginaceae	Tosferina, resfrío, gripe, tos, bronquitis	Flor	Infusión

Nombre Científico	Nombre tradicional	Origen	Familia	Usos	Parte usada	Modo de uso
Cordia lutea Lam.	Overol	Nativa	Boraginaceae	Expectorante, tos	Fruto, flores	Zumo, infusión
Cynoglossum amabile Stapf & J.R.Drumm.	Borraja de castilla	Nativa	Boraginaceae	Tos, gripe	Flor	Infusión
Heliotropium indicum L.	Cola de alacran	Introducida	Boraginaceae	Laringitis	Hojas, flor	Infusión
Tournefortia scabrida Kunth	Mote	Nativa	Boraginaceae	Resfrío	Planta	Infusión
Brassica nigra Koch	Mpstaza	Introducida/ cultivada	Brassicaceae	Resfrío	Planta	Infusión
Brassica rapa L.	Sacha nabo	Introducida/ cultivada	Brassicaceae	Inflamación de la garganta, resfrío	Flor	Machacadas
Capsella bursa-pastoris Medik.	Chichira	Introducida/ cultivada	Brassicaceae	Resfrío	Planta	Infusión
Cardamine bonariensis Juss. ex Pers.	Berro	Nativa/Cultivada	Brassicaceae	Afecciones pulmonares, bronquios, catarro	Planta	Infusión
Erysimum cheiri Crantz	Alheli blanco	Introducida/ cultivada	Brassicaceae	Tos	Planta	Infusión
Lepidium chichicara Desv.	Achira	Nativa	Brassicaceae	Resfrío	Planta	Infusión
Matthiola annua Sweet	Alheli	Introducida/ cultivada	Brassicaceae	Expectorante	Flor	Infusión
Matthiola incana (L.) R.Br.	Aleluya morada	Introducida	Brassicaceae	Tos	Planta	Infusión
Nasturtium officinale R.Br.	Berro	Introducida/ cultivada	Brassicaceae	Expectorante, afecciones pulmonares	Planta	Zumo
Raphanus raphanistrum L.	Rabano silvestre	Introducida/ cultivada	Brassicaceae	Tos	Planta	Infusión

Nombre Científico	Nombre tradicional	Origen	Familia	Usos	Parte usada	Modo de uso
Raphanus sativus L.	Papay yuyu	Introducida	Brassicaceae	Tos, ronquera, asma, tos ferina, pulmonía	Raíz	Zumo
Rorippa bonariensis Macloskie	Berro	Nativa	Brassicaceae	Tuberculosis, gripe	Planta	Infusión
Pitcairnia pungens Kunth	Sama	Nativa	Bromeliaceae	Tos	Tallo, hojas	Infusión
Tillandsia narthecioides C.Presl	Jamolu koritu`tu	Nativa	Bromeliaceae	Resfrío	Planta	Infusión
Cleistocactus sepium var. ventimigliae (Riccob.) Madsen	Pitajaya	Nativa/endemica	Cactaceae	Bronquitis	Flor	Infusión
Disocactus amazonicus (K.Schum) D.R.Hunt	Amarun kallu	Nativa/Cultivada	Cactaceae	Dolor de garganta	Hojas	Infusión
Epiphyllum columbiense (F.A.C.Weber) Dodson & A.H.Gentry	Tsa`chi	Nativa	Cactaceae	Dolor de amígdalas	Tallo	Infusión
Opuntia soederstromiana Britton & Rose	Tuna	Nativa/endemica	Cactaceae	Expectorante	Tallo	Zumo
Calceolaria chelidonioides Kunth	Hierba de sapo	Nativa	Calceolariaceae	Pulmonía	Planta	Infusión
Calceolaria hyssopifolia Kunth	Bolsilla	Nativa/endemica	Calceolariaceae	Resfrío	Hojas	Decocción
Calceolaria tripartita Ruiz & Pav.	Pullaku	Nativa	Calceolariaceae	Influenza	Planta	Savia
Hippobroma longiflora G.Don	Jazmincillo	Introducida	Campanulaceae	Gripe	Flores	Infusión
Celtis iguanae (Jacq.) Sarg.	Kalikali kasha	Nativa	Cannabaceae	Gripe, tos	Planta	Savia

Nombre Científico	Nombre tradicional	Origen	Familia	Usos	Parte usada	Modo de uso
Carica papaya L.	Papaya fintsumi puka	Nativa	Caricaceae	Pulmonía	Fruto	Comestible
Vasconcellea horovitziana (V.M.Badillo) V.M. Badillo	Papayuela	Nativa/endemica	Caricaceae	Amigdalas inflamadas	Semillas	Infusión
Stellaria media (L.) Vill.	Hierba de puerco	Nativa	Caricaceae	Afecciones de la garganta	Planta	Zumo
Agrostemma insignis L.	Oreja de burro	Introducida	Cariofilaceae	Resfrío	Planta	Sin información
Dianthus caryophyllus L.	Clavel	Introducida	Caryophyllaceae	Gripe	Planta	Sin información
Drymaria ovata Willd. ex Schult.	Guarmipoleo	Introducida	Caryophyllaceae	Bronquitis	Planta	Sin información
Maytenus krukovii A.C.Sm.	Kuri kaspi	Nativa	Celastraceae	Afecciones respiratorias	Corteza	Raspada
Chrysochlamys tenuifolia Cuatrec.	Kunka shikshi panka	Nativa	Clusiaceae	Tos	Hojas	Infusión
Hypericum canadense L.	Pinito de altura	Introducida	Clusiaceae	Tos	Planta	Infusión
Hypericum laricifolium Juss.	Bura bura	Nativa	Clusiaceae	Resfrío, gripe	Planta	Decocción
Tovomita weddelliana Planch. & Triana	Pinkunde	Nativa	Clusiaceae	Tos	Raíz	Maceradas
Terminalia catappa L.	Almendra	Introducida/ cultivada	Combretaceae	Resfrío	Fruto	Zumo
Callisia gracilis (Kunth) D.R.Hunt	Calsug	Nativa	Commelinaceae	Tos	Planta	Infusión
Dichorisandra hexandra Standl.	Dedo	Nativa	Commelinaceae	Pulmonía	Hojas	Infusión

Nombre Científico	Nombre tradicional	Origen	Familia	Usos	Parte usada	Modo de uso
Geogenanthus ciliatus G.Bruckn.	Charapa panka	Nativa	Commelinaceae	Gripe	Tallo	Infusión
Tradescantia spathacea Sw.	Barquitos	Introducida/ cultivada	Commelinaceae	Tos	Planta	Infusión
Callisia repens (Jacq.) L.	Calcha	Nativa	Commelinaceae	Afecciones del sistema respiratorio	Hojas	Infusión
Tradescantia zebrina Heynh. ex Bosse	Calcha	Introducida	Commelinaceae	Afecciones del sistema respiratorio	Hojas	Infusión
Cuscuta foetida Kunth	Aya madeja	Nativa	Convolvulaceae	Afecciones del sistema respiratorio	Flor	Cocida
Coriaria ruscifolia L.	Shanshi	Nativa	Coriariaceae	Bronquitis	Hojas	Infusión
Costus amazonicus (Loes.) J.F. Macbr.	Gatonkagi	Nativa	Costaceae	Gripe	Tallo	Infusión
Costus scaber Ruiz & Pav.	Sacha wira	Nativa	Costaceae	Tos, bronquitis, laringitis, faringitis, inflamaciones de las amígdalas	Tallos, hojas	Infusión
Bryophyllum pinnatum (L.f.) Oken	Chukri yuyu	Introducida	Crassulaceae	Gripe, amigdalitis,	Hojas	Zumo
Melothria dulcis Wunderlin	Tsantsalo shili	Nativa	Cucurbitaceae	Pulmonía	Planta	Infusión
Scabiosa atropurpurea L.	Poma	Introducida	Dipsacaceae	Expectorante	Planta	Infusión
Polybotrya altescandens C.Chr.	Kaa yuj chuwa	Nativa	Dryopteridaceae	Infecciones de la garganta	Tejido vascular	Decocción
Polybotrya caudata Kunze	Chuwa	Nativa	Dryopteridaceae	Resfrío	Haces vasculares	Decocción

Nombre Científico	Nombre tradicional	Origen	Familia	Usos	Parte usada	Modo de uso
Elaphoglossum apodum (Kaulf.) Schott ex J.Sm.	Ccuja pa fambi	Nativa	Elaphoglossaceae	Dolor de garganta	Planta	Infusión
Equisetum giganteum L.	Caballochupa	Introducida	Equisetaceae	Tos	Planta	Sin información
Croton elegans Kunth	Cucharilla	Nativa/endemica	Euphorbiaceae	Amigdalitis	Hojas	Infusión
Amicia glandulosa Kunth	Flor de nona	Nativa	Fabaceae	Tos	Flor	Infusión
Bauhinia tarapotensis Benth. ex J.F.Macbr.	Punkara pahu	Nativa	Fabaceae	Gripe	Corteza	Infusión
Caesalpinia pulcherrima Sw.	Hoja de sen	Introducida/cultivada	Fabaceae	Tos	Flor	Coccion
Calliandra angustifolia Spruce ex Benth.	Rumi yutsu	Nativa/Cultivada	Fabaceae	Tos	Flor	Infusión
Cassia fistula L.	Lluvia de oro	Introducida/cultivada	Fabaceae	gripe, asma, tos, bronquitis	Semillas	Infusión
Cassia grandis L.f.	Cana fistula	Nativa/Cultivada	Fabaceae	Tosferina	Semillas	Infusión
Dalea coerulea Schinz & Thell.	Isu	Nativa	Fabaceae	Tos, pulmonia, tosferina	Flor	Infusión
Dalea humifusa Benth.	Isu blanco	Nativa/endemica	Fabaceae	Gripe, tos	Planta	Infusión
Erythrina mitis Jacq.	Poroto	Introducida	Fabaceae	Expectorante	Flor	Infusión
Medicago sativa L.	Alfalfa	Introducida	Fabaceae	Tos	Flor	Infusión
Mimosa albida Humb. & Bonpl.	Una de gato	Nativa	Fabaceae	Tos	Flor	Infusión

Nombre Científico	Nombre tradicional	Origen	Familia	Usos	Parte usada	Modo de uso
Mimosa andina Benth.	Guarango	Nativa/endemica	Fabaceae	Tos	Flor	Infusión
Myroxylon balsamum Harms	Balsamo kara	Nativa	Fabaceae	Gripe	Corteza	Infusión
Senna multiglandulosa (Jacq.) H.S.Irwin & Barneby	Chinchin	Nativa	Fabaceae	Tos	Flor, hojas	Infusión
Spartium junceum L.	Flor de retama	Introducida	Fabaceae	Tos	Flor	Infusión
Centaurium erythraea Rafn	Sinchilawa	Introducida	Gentianaceae	Influenza	Planta	Infusión
Zeltnera quitensis (Kunth) G.Mans.	Chinchi manilla	Nativa	Gentianaceae	Gripe	Planta	Infusión
Pelargonium odoratissium (L.) L`Her.	Esencia de rosa	Introducida/ cultivada	Geraniaceae	Expectorante	Planta	Infusión
Columnea mastersonii (Wiehler) L.E.Skog & L.P.Kvist	Lengua de vaca macho	Nativa/endemica	Gesneriaceae	Gripe	Planta	Infusión
Cremosperma congruens C.V. Morton	Chorillo	Nativa	Gesneriaceae	Gripe	Hojas	Machacadas
Drymonia coriaceae (Oerst.) Wiehler	Kiyanchi kushnu tape	Nativa	Gesneriaceae	Tos	Planta/ flores	Mucilago
Drymonia pendula (Poepp.) Wiehler	Akankau panka	Nativa	Gesneriaceae	Tuberculosis	Hojas	Infusión
Drymonia semicordata (Poepp.) Wiehler	Anka pahu	Nativa	Gesneriaceae	Amigdalitis	Hojas	Zumo
Gloxinia dodsonii Wiehler	Pih	Nativa	Gesneriaceae	Tuberculosis	Hojas	Coccion
Monopyle sodiroana Fritsch	Lluin tape	Nativa/endemica	Gesneriaceae	Resfrío	Hojas	Calentadas

Nombre Científico	Nombre tradicional	Origen	Familia	Usos	Parte usada	Modo de uso
Pearcea abunda (Wiehler) L.P.Kvist & L.E.Skog	Inzia ttusindi	Nativa	Gesneriaceae	Gripe	Hojas	Machacadas
Citronella incarum (J.F.Macbr.) R.A.Howard	Jelen guayusa	Nativa	Icacinaceae	Resfrios	Hojas	Infusión
Discophora guianensis Miers	Ishkaru putmu ainki	Nativa	Icacinaceae	Tos	Hojas	Maceradas
Juglans neotropica Diels	Nogal	Nativa/Cultivada	Juglandaceae	Resfrío	Planta	Sin información
Clinopodium brownei Kuntze	Warmi poleo	Nativa	Lamiaceae	Tos	Planta	Decocción
Clinopodium nubigenum Kuntze	Sunpillu	Nativa	Lamiaceae	Resfrío	Hojas	Infusion
Hyptis obtusiflora C.Presl ex Benth.	Taku taku	Nativa	Lamiaceae	Gripe	Hojas	Coccion
Hyptis pectinata Poit.	Kawallu kiwa	Nativa	Lamiaceae	Tos, tuberculosis	Hojas	Infusión
Marrubium vulgare L.	Urku chini	Introducida	Lamiaceae	Expectorante, tos	Hojas	Infusión
Mentha x piperita L.	Hierba buena	Introducida/cultivada	Lamiaceae	Gripe	Hojas	Infusión
Minthostachys mollis Griseb.	Churana panka	Nativa	Lamiaceae	Gripe, tos, pulmonía	Hojas, aceite esencial	Infusión
Minthostachys tomentosa (Benth.) Epling	Tipu	Nativa	Lamiaceae	Influenza	Planta	Frotar
Ocimum basilicum L.	Yanchiki panka	Introducida	Lamiaceae	Resfrío	Hojas, flores	Coccion
Salvia sagittata Ruiz & Pav.	Manka paki	Nativa	Lamiaceae	Gripe	Planta	Infusión

Nombre Científico	Nombre tradicional	Origen	Familia	Usos	Parte usada	Modo de uso
Satureja L.	Punin	Nativa	Lamiaceae	Resfrío, gripes, tos	Hojas, flores	Infusión
Stachys byzantina K.Koch	Hierba del cuy	Introducida/ cultivada	Lamiaceae	Bronquitis	Planta	Infusión
Clinopodium taxifolium (Kunth) Govaerts	Tipo de cerro	Nativa	Lamiaceae	Afecciones del sistema respiratorio	Ramas	Infusión
Melissa officinalis L.	Toronjil	Introducida	Lamiaceae	Afecciones del sistema respiratorio	Ramas	Infusión
Mentha spicata L.	Hierba buena	Introducida	Lamiaceae	afecciones del sistema respiratorio	Hojas	Infusión
Salvia rumicifolia Kunth	Salvereal	Introducida	Lamiaceae	resfrío, tos	Planta	Sin información
Thymus vulgaris L.	Tomillo	Introducida	Lamiaceae	Resfrío	Planta	Sin información
Ocotea quixos Kosterm. ex O.C.Schmidt	Ishpinku	Nativa/Cultivada	Lauraceae	Gripe	Corteza	Infusion
Persea americana Mill.	Alan	Nativa/Cultivada	Lauraceae	Tuberculosis, gripe, tos	Hojas	Cocidas
Couroupita guianensis Aubl.	Ilustinta	Nativa	Lecythidaceae	Tuberculosis	Corteza	Infusión
Gustavia macarenensis Philipson	Allyan pasu	Nativa/Cultivada	Lecythidaceae	Resfrío	Hojas	Cocidas
Loasa Adans.	Ortiguilla	Sin información	Loasaceae	Problemas de las vias respiratorias	Flor	Infusión
Boltitis lindigii (Mett.) Ching in C. Chr.	kutu chupa	Nativa	Lomariopsidaceae	Afecciones pulmonares	Rizoma	Infusión

Nombre Científico	Nombre tradicional	Origen	Familia	Usos	Parte usada	Modo de uso
Boltitis nicotianifolia (Sw.) Alston	je` yain remedyu tape	Nativa	Lomariopsidaceae	Resfrío	Hojas	Decocción
Lomariopsis japurensis (Mart.) J.Sm	je`yai remedyu chuwa	Nativa	Lomariopsidaceae	Afecciones respiratorias	Rizoma	Infusión
Lomariopsis nigropaleata Holttum	Je' yai chuwa	Nativa	Lomariopsidaceae	Resfrío	Rizoma	Infusión
Gaiadendron punctatum G.Don	Achan	Nativa	Loranthaceae	Tos	Planta	Infusión
Phthirusa pyrifolia Eichler	Dyajinchi remedyu tape	Nativa/Cultivada	Loranthaceae	Resfrío	Hojas	Infusión
Psittacanthus chanduyensis Eichler	Tori bonban	Nativa	Loranthaceae	Resfrío	Planta	Infusión
Tristerix longebracteatus (Desr.) Barlow & Wiens	Puchik	Nativa	Loranthaceae	Gripe, tos	Flor	Infusión
Gaiadendron punctatum (Ruiz & Pav.) G.Don	Violeta de cerro	Nativa	Loranthaceae	Afecciones del sistema respiratorio	Flor	Infusión
Huperzia linifolia (L.) Trevis.	Ishbaapi	Nativa	Lycopodiaceae	Resfrío	Planta	Decocción
Lycopodiella trianae (Hieron.) B.Ollg.	Bialbena	Nativa	Lycopodiaceae	Resfrío	Rizoma	Zumo
Cuphea ciliata Ruiz & Pav.	Pichana	Nativa	Lythraceae	Gripe	Planta	Infusión
Cuphea sucumbiensis Lourteig	Quini`cco suvu	Nativa	Lythraceae	Dolores de garganta	Planta	Decocción
Lawsonia inermis L.	Reseda	Introducida/ cultivada	Lythraceae	Tos	Planta	Infusión
Punica granatum L.	Granada	Introducida	Lythraceae	Resfrío	planta	Infusión
Althaea officinalis L.	Malva	Introducida/ cultivada	Malvaceae	Enfermedades pulmonares	Raíz	Picada

Nombre Científico	Nombre tradicional	Origen	Familia	Usos	Parte usada	Modo de uso
Gossypium barbadense L.	Kewa chi	Nativa/Cultivada	Malvaceae	Tos	Algodon	Humedecido
Hibiscus acetosella Welw. ex Ficalho	Lu buri tenka	Introducida/cultivada	Malvaceae	Pulmonía	Planta	Infusión
Hibiscus rosa-sinensis L.	Flor de betun	Introducida	Malvaceae	Tos	Flor	Infusión
Lavatera arborea L.	Puka malva	Introducida/cultivada	Malvaceae	Resfrío	Flor	Infusión
Malachra alceifolia Jacq.	Suchi malva	Nativa	Malvaceae	Resfrío	Planta	Infusión
Neosprucea grandiflora (Spruce) Sleumer	Payantsu	Nativa	Malvaceae	Tuberculosis	Hojas	Machacadas
Urena lobata L.	Toyowe	Nativa	Malvaceae	Resfrío	Raiz	Infusión
Calathea libbyana H.Kenn.	Remedio de boca	Nativa/endemica	Marantaceae	Gripe	Hojas	Ceniza
Calathea metallica Korn. ex Regel	Walan tape	Nativa	Marantaceae	Tuberculosis	Rizoma	Machacadas
Clidemia sprucei Gleason	Amarun uchu	Nativa	Melastomataceae	Tos	hojas	Cocidas
Miconia astroplocama Donn. Sm.	Huacolinava shili	Nativa	Melastomataceae	Bronquitis, pulmonía, asma	Planta	Infusión
Miconia barbinervis (Benth.) Triana	Jeen tape	Nativa	Melastomataceae	Pulmonía	Hojas	Infusión
Miconia paleacea Cogn.	Karacha kaspi	Nativa	Melastomataceae	Tuberculosis	Cogollos	Infusión
Monolena primuliflora Hook. f.	Jamo tankono ta`pe	Nativa	Melastomataceae	Gripe	Tallo	Infusión
Tococa chuivensis Wurdack	Uchan panka	Nativa	Melastomataceae	Gripe	Corteza	Decocción
Triolena obliqua (Triana) Wurdack	Maimpih	Nativa	Melastomataceae	Tos	Planta	Decocción

Nombre Científico	Nombre tradicional	Origen	Familia	Usos	Parte usada	Modo de uso
Triolena pluvialis (Wurdack) Wurdack	Shashaki	Nativa	Melastomataceae	Tuberculosis	Hojas, corteza	Infusión
Cedrela odorata L.	Cedro muyu	Nativa/Cultivada	Meliaceae	Gripe	Corteza	Infusión
Abuta grandifolia (Mart.) Sandwith	Kau panka	Nativa	Menispermaceae	Tos, tuberculosis	Corteza, fruto, raiz	Cocida
Siparuna decipiens A.DC.	Gomankowe	Nativa	Monimiaceae	Gripe	Hojas	Infusión
Siparuna gigantotepala S.S.Renner & G.Hausner	Limon	Nativa	Monimiaceae	Descongestionante nasal	Planta	Infusión
Siparuna macrotepala Perkins	Malakri panka	Nativa	Monimiaceae	Gripe	Hojas	Maceradas
Siparuna muricata A.DC.	Limon de la Sierra	Nativa	Monimiaceae	Resfrío	Hojas	Infusión
Siparuna pubancura S.S.Renner & G.Hausner	Na puban kara	Nativa	Monimiaceae	Resfrío	Hojas, frutos	Hervidos
Siparuna thecaphora A.DC.	Puban kara	Nativa	Monimiaceae	Resfriados	Fruto, hojas	Infusión
Brosimum utile (Kunth) Oken ex J.Presl	Sandia	Nativa	Moraceae	Enfermedades pulmonares	Latex	Beber
Ficus carica L.	Higo	Introducida/ cultivada	Moraceae	Problemas de las vias respiratorias	Hojas	Infusión
Ficus trianae Dugand	Luban fuka	Nativa	Moraceae	Gripe	Latex	Beber
Muntingia calabura L.	Capuli	Nativa	Muntingiaceae	Expectorante	Flores	Infusion
Morella parvifolia (Benth.) Parra-O.	Laurel	Nativa/Cultivada	Myricaceae	Resfrío	Planta	Sin información

Nombre Científico	Nombre tradicional	Origen	Familia	Usos	Parte usada	Modo de uso
Otoba gordoniifolia (DC.) A.H.Gentry	Kuankar	Nativa	Myristicaceae	Desinflamar las amígdalas	Planta	Infusión
Cybianthus sprucei (Hook. f.) G.Agostini	Camijao	Nativa	Myrsinaceae	Gripe	Raíz	Infusión
Eucalyptus citriodora Hook.	Eucalipto	Introducida/ cultivada	Myrtaceae	Gripes, resfrío, pulmonías	Hojas	Infusión
Eucalyptus globulus Labill.	Eucalipto aromatico	Introducida	Myrtaceae	Afecciones respiratorias	hojas (eucaliptol)	Infusión
Myrcianthes hallii (O.Berg) McVaugh	Arrayan	Nativa/Cultivada	Myrtaceae	Resfrío	Hojas	Infusión
Psidium guajava L.	Sampul	Nativa/Cultivada	Myrtaceae	Dificultad en la respiración	Fruto	Infusión
Corymbia citriodora (Hook.) K.D. Hill & L.A.S. Johnson	Eucalipto oloroso	Introducida	Myrtaceae	Afecciones del sistema respiratorio	Ramas	Infusión
Bougainvillea glabra Choisy	Flor de verano	Nativa/Cultivada	Nyctaginaceae	Neumonía	Flores	Infusión
Bougainvillea spectabilis Willd.	Flor de verano	Introducida	Nyctaginaceae	Neumonía	Flores	Infusión
Cryptocarpus pyriformis Kunth	Manglillo	Nativa	Nyctaginaceae	Resfrío	Planta	Infusión
Cespedesia spathulata Planch.	Ai melluin	Nativa/Cultivada	Ochnaceae	Tuberculosis	Corteza	Infusión
Minquartia guianensis Aubl.	Palo de barbasco	Nativa/Cultivada	Olacaceae	Tuberculosis	Corteza	Infusión
Fuchsia hybrida Hort.	Arete de reina	Introducida/ cultivada	Onagraceae	Resfrío	Planta	Infusión
Oenothera laciniata Hill	Platanillo	Nativa	Onagraceae	Expectorante	Planta	Mucilage
Oenothera virgata Ruiz & Pav.	Shullu duraznillo	Nativa	Onagraceae	Tos	Planta	Horchata

Nombre Científico	Nombre tradicional	Origen	Familia	Usos	Parte usada	Modo de uso
Dichaea laxa Poepp. & Endl.	Shagasi	Nativa	Orchidaceae	Dolor de garganta, tos	Planta	Infusión
Epidendrum bracteolatum C.Presl	Suelda con suelda	Nativa	Orchidaceae	Resfrío	Planta	Infusión
Epidendrum gastropodium Rchb. f.	Espiritu mujer	Nativa	Orchidaceae	Influenza	Planta	Infusión
Oxalis lotoides Kunth	Chullku	Nativa	Oxalidaceae	Inflamacion de las amígdalas	Tallo	Infusión
Oxalis peduncularis Kunth	Chullku	Nativa	Oxalidaceae	Tos	Tallo	Infusión
Argemone mexicana L.	Cardo santo	Introducida/ cultivada	Papaveraceae	Gripe, tos	Flor	Infusión
Mimulus glabratus Kunth	Waka mullu	Nativa	Phrymaceae	Resfrío	Planta	Infusión
Petiveria alliacea L.	Condicion panka	Nativa/Culti-vada	Phytolaccaceae	Tos	Hojas, flores	Infusión
Pinus radiata D.Don	Pino	Introducida	Pinaceae	Gripe	Hojas jovenes	Infusión
Peperomia peltigera C.DC.	Corazoncillo	Nativa/Culti-vada	Piperaceae	Pulmonía	Hojas	Infusión
Piper bullosum C.DC.	Kuakra pushun	Nativa	Piperaceae	Gripe	Hojas	Zumo
Piper hispidum Sw.	Pupin jaki	Nativa	Piperaceae	Resfrío	Planta	Infusión
Piper obliquum Ruiz & Pav.	Hoja redonda	Nativa	Piperaceae	Dolor de pulmones	Hojas	Infusión
Piper peltatum L.	Santa Maria tape	Nativa/Culti-vada	Piperaceae	Gripe	Hojas	Cocidas
Piper sneidernii Yunck.	Shili enpo ja	Nativa	Piperaceae	Resfrío	Hojas	Decocción

Nombre Científico	Nombre tradicional	Origen	Familia	Usos	Parte usada	Modo de uso
Piper carpunya Ruiz & Pav.	Guaviduca de sal	Nativa	Piperaceae	Afecciones del sistema respiratorio	Hojas	Infusión
Piper crassinervium Kunth	Guaviduca de dulce	Nativa	Piperaceae	Afecciones del sistema respiratorio	Hojas	Infusión
Plantago lanceolata L.	Sacha llanten	Introducida	Plantaginaceae	Afecciones respiratorias	Planta	Infusión
Plantago major L.	Llanten sentado	Introducida	Plantaginaceae	Tuberculosis, afecciones respiratorias	Planta	Infusión
Scoparia dulcis L.	Tepeti	Nativa	Plantaginaceae	Pulmonía, tos	Hojas	Tostadas, pulverizadas
Veronica peregrina L.	Pishu kalli	Nativa	Plantaginaceae	Tos	Planta	Infusión
Bromus catharticus Vahl	Cebada de perro	Nativa	Poaceae	Neumonía	Flor, fruto	Infusión
Gynerium sagittatum P.Beauv.	Carrizo tropical	Nativa/Cultivada	Poaceae	Asma	Hojas	Decocción
Pharus latifolius L.	Jeen San Juanilla	Nativa	Poaceae	Gripe	Planta	Decocción
Poa annua L.	Gramilla	Introducida	Poaceae	Resfrío	Planta	Infusión
Saccharum officinarum L.	Api wira	Introducida	Poaceae	Resfrío	Planta	Infusión
Podocarpus sprucei Parl.	Sinsin	Nativa	Podocarpaceae	Gripe	Hojas	Infusión
Cantua quercifolia Juss.	Cholala	Nativa	Polemoniaceae	Gripe	Flores	Decocción
Monnina hirta (Bonpl.) B.Eriksen	Iwilan	Nativa	Polygalaceae	Tos	Hojas	Infusión
Campyloneurum fuscosquamatum Lellinger	Toyoba	Nativa	Polypodiaceae	Resfrío y tos	Hojas	Decocción
Polypodium faxinifolium Jacq.	Ashuka tape	Nativa	Polypodiaceae	Gripe	Planta	Decocción

Nombre Científico	Nombre tradicional	Origen	Familia	Usos	Parte usada	Modo de uso
Portulaca oleracea L.	Reuma tape	Nativa	Portulacaceae	Resfrío	Planta	Infusión
Anagallis arvensis L.	Bombilla	Nativa	Primulaceae	Gripe	Planta	Savia
Oreocallis grandiflora R.Br.	Chilla	Nativa	Proteaceae	Gripe	Flor	Infusión
Adiantum poiretii Wikstr.	Culantrillo	Nativa/Cultivada	Pteridaceae	Gripe	Planta	Sin información
Ranunculus gusmannii Humb. ex Caldas	Dictamo	Nativa	Ranunculaceae	Resfrío	Planta	Infusión
Acaena argentea Ruiz & Pav.	Amor seco	Nativa	Rosaceae	Gripe	Flor	Infusión
Fragaria vesca L.	Fresa	Introducida	Rosaceae	Afecciones respiratorias	Hojas	Infusión
Persica vulgaris Mill.	Durazno	Introducida	Rosaceae	Expectorantes	Hojas	Infusión
Polylepis incana Kunth	Quinua	Nativa/endemica	Rosaceae	Gripe	Hojas	Infusión
Polylepis lanuginosa Kunth	Pantsa	Nativa/endemica	Rosaceae	Gripe	Hojas	Infusión
Polylepis reticulata Hieron.	Pantsa	Nativa/endemica	Rosaceae	Gripe	Hojas	Infusión
Polylepis sericea Wedd.	Pantsa	Nativa	Rosaceae	Gripe	Hojas	Infusión
Polylepis weberbaueri Pilg.	Pantsa	Nativa	Rosaceae	Gripe	Hojas	Infusión
Prunus domestica L.	Ciruela	Introducida/cultivada	Rosaceae	Tos	Planta	Infusión
Prunus persica (L.) Batsch	Abridor	Introducida/cultivada	Rosaceae	Asma, resfrios, gripe	Flores	Decocción
Prunus serotina Ehrh.	capuli chaucha	Nativa	Rosaceae	Gripe	Hojas	Infusión

Nombre Científico	Nombre tradicional	Origen	Familia	Usos	Parte usada	Modo de uso
Rosa centifolia L.	Rosa	Introducida	Rosaceae	Catarros, resfrío	Hojas	Infusión
Rubus acanthophyllos Focke	Mora	Nativa	Rosaceae	Tos	Flores	Infusión
Rubus floribundus Kunth	Flor de mora	Nativa/Cultivada	Rosaceae	Gripe, resfrío	Hojas	Cocidas
Rubus fruticosus L.	Mora	Introducida	Rosaceae	Tos	Fruto	Comestible
Rubus glaucus Benth.	Ashpa mora	Nativa/Cultivada	Rosaceae	Expectorante, bronquitis	Fruto, hojas, flores	Beber
Rubus niveus Thunb.	Mora de castilla	Introducida/ cultivada	Rosaceae	Tosferina	Flor	Infusión
Rubus robustus C.Presl.	Flor mora	Nativa	Rosaceae	Pulmonía, tosferina, gripe	Flor, hojas	Infusión
Margyricarpus pinnatus (Lam.) Kuntze	Perlilla	Nativa	Rosaceae	Afecciones del sistema respiratorio	Planta sin raiz	Infusión
Cinchona pubescens Vahl.	Blanca de Alausi	Nativa/Cultivada	Rubiaceae	Resfrío	Corteza	Infusión
Hamelia patens Jacq.	Mariposa panka	Nativa/Cultivada	Rubiaceae	Tuberculosis	Hojas	Infusión
Psychotria capitata Ruiz & Pav.	Kuru pipiyan	Nativa	Rubiaceae	resfrío	Hojas	Decocción
Uncaria guianensis J.F.Gmel.	Kasha waska	Nativa	Rubiaceae	Tos, gripe	Corteza	Macerada
Citrus maxima Merr.	Rima	Introducida/ cultivada	Rutaceae	Gripe, tos	Fruto	Comestible
Citrus medica L.	Wichilla limon	Introducida/ cultivada	Rutaceae	Tos, resfrío	Fruto	Tostado

Nombre Científico	Nombre tradicional	Origen	Familia	Usos	Parte usada	Modo de uso
Ruta graveolens Baill.	Ruda	Introducida/ cultivada	Rutaceae	Gripe	Hojas, flores	Infusión
Dodonaea viscosa Jacq.	Chamana	Nativa	Sapindaceae	Resfrío	Hojas, flores	Tostadas
Paullinia bracteosa Radlk.	Shili mala	Nativa	Sapindaceae	Resfrío	Hojas	Infusión
Chrysophyllum lucentifolium Cronquist	Aviyu	Nativa	Sapotaceae	Gripe	Flores	Decocción
Alonsoa meridionalis (L. f.) Kuntze	Kiwa chaha	Nativa	Scrophulariaceae	Tos	Ramas	Infusión
Buddleja americana L.	Kishwar	Nativa	Scrophulariaceae	Resfrío	Hojas	Infusión
Brugmansia arborea (L.) Lagerh.	Wuako	Nativa/Cultivada	Solanaceae	Gripe	Hojas, flores	Emplastos
Brugmansia aurea Lagerh.	Tigre chupa	Nativa/Cultivada	Solanaceae	Gripe	Hojas, flores	Emplastos
Brugmansia sanguinea D.Don	Wantuk	Nativa	Solanaceae	Asma	Hojas	Infusión
Brugmansia suaveolens (Willd.) Bertcht. & C.PResl	Lumucha wantuk	Nativa	Solanaceae	Asma	Hojas	Infusión
Brunfelsia chiricaspi Plowman	Chiri kaspi	Nativa	Solanaceae	Gripe, tos	Raíz, hojas	Infusión
Brunfelsia grandiflora D.Don	Chiri wayusa	Nativa	Solanaceae	Gripe	Corteza	Zumo
Capsicum chinense Jacq.	Araray uchu	Cultivada	Solanaceae	Tos	Fruto	Infusión
Cestrum auriculatum L`Her.	Yana sauco	Nativa	Solanaceae	Gripe	Flor	Infusión
Cestrum peruvianum Willd. ex Roem. & Schult.	Sauce	Nativa	Solanaceae	Gripe, resfrío	Raíz	Infusión

Nombre Científico	Nombre tradicional	Origen	Familia	Usos	Parte usada	Modo de uso
Cestrum racemosum Ruiz & Pav.	Kimide	Nativa	Solanaceae	Gripe	Ápice de la planta	Infusión
Cestrum sendtnerianum Mart. ex Sendtn.	Sauco negro	Nativa/Cultivada	Solanaceae	Resfrío	Planta	Infusión
Datura stramonium L.	Chamico	Nativa/Cultivada	Solanaceae	Asma, resfrío	Hojas	Secas
Lycianthes radiata (Sendtn.) Bitter	Mortino de cerro	Nativa	Solanaceae	Gripe	Hojas	Infusión
Nicotiana tabacum L.	Shairi tabaco	Introducida	Solanaceae	Gripe	Hojas, frutos	Infusión
Physalis peruviana L.	Hupis	Nativa/Cultivada	Solanaceae	Afecciones de las amigdalas, tos	Flor	Zumo
Solanum americanum Mill.	Mortino	Nativa	Solanaceae	Resfrío	Planta	Infusión
Solanum betaceum Cav.	Tomate de arbol	Nativa/Cultivada	Solanaceae	Amigdalitis	Fruto	Zumo
Solanum interandinum Bitter	Hierba mora	Nativa	Solanaceae	Gripe	Fruto	Machacado
Solanum nigrescens M.Martens & Galeotti	Hierba buena	Nativa	Solanaceae	Resfrío, gripes, tos	Hojas, flor	Infusión
Witheringia solanacea L`Her	Naines	Nativa/Cultivada	Solanaceae	Tuberculosis, bronquitis	Hojas, fruto	Infusión
Centaurium peruvianum Willd. ex Roem. & Schult.	Sauco	Introducida	Solanaceae	Resfrío	Planta	Sin información
Guazuma ulmifolia Lam.	Algodón de ceibo	Nativa	Sterculiaceae	Tosferina	Fruto	Infusión
Tectaria mexicana (Fee) C.V. Morton	Basu remedyu tape	Nativa	Tectariaceae	Descongestionante de la garganta	Hojas	Decocción

Nombre Científico	Nombre tradicional	Origen	Familia	Usos	Parte usada	Modo de uso
Thelypteris membranacea (Mett.) R.M.Tryon	Koyoto	Nativa	Thelypteridaceae	Gripe	Hojas	Maceradas
Clavija harlingii B.Stahl	Matiri kaspi	Nativa	Theophrastaceae	Tos, gripe	Corteza, raiz	Infusión
Clavija weberbaueri Mez	Matiri kaspi	Nativa/Cultivada	Theophrastaceae	Gripe	Fruto, corteza	Infusión
Cecropia peltata L.	Guarumo	Nativa	Urticaceae	Tratar el asma	Hojas	Infusión
Coussapoa ovalifolia Trecul	Enkayo	Nativa	Urticaceae	Pulmonía	Hojas	Infusión
Urera baccifera (L.) Gaudich.	Ortiguilla morada	Nativa	Urticaceae	Gripe, tos	Raíz	Decocción
Urera caracasana Griseb.	Ortiguilla	Nativa	Urticaceae	Afecciones de los bronquios	Raíz	Infusión
Urtica dioica L.	Chini	Introducida	Urticaceae	Resfrío	Hojas	Infusión
Urtica flabellata Kunth	Yurak chini	Nativa	Urticaceae	Bronquitis	Planta	Infusión
Urtica urens L.	Ortiga	Introducida	Urticaceae	Asma, bronquitis	Hojas	Infusión
Urtica leptophylla Kunth	Ortiga macho	Nativa/Cultivada	Urticaceae	Resfrío	Planta	Sin información
Valeriana chaerophylloides Sm.	Canutillo	Nativa	Valerianaceae	Gripe	Planta	Savia
Aegiphila alba Moldenke	Palo blanco	Nativa	Verbenaceae	Gripe, resfrío	Hojas	Maceradas
Aegiphila cuneata Moldenke	Remedio de mono machin	Nativa	Verbenaceae	Tos	Fruto	Infusión
Aloysia triphylla Royle	Cedron	Nativa/Cultivada	Verbenaceae	Resfrío	Ramas	Infusión
Cornutia pyramidata L.	Romerillo	Nativa	Verbenaceae	Gripe	Hojas	Molidas

Nombre Científico	Nombre tradicional	Origen	Familia	Usos	Parte usada	Modo de uso
Duranta triacantha Juss.	Mote kasha	Nativa	Verbenaceae	Resfrío, tos	Flor, fruto, hojas	Infusión
Glandularia microphylla (Kunth) Cabrera	Verbena blanca	Nativa	Verbenaceae	Gripe	Hojas	Machacadas
Lantana cujabensis Schauer	Ugachi tape	Nativa	Verbenaceae	Gripe	Hojas	Cocción
Lantana rugulosa Kunth	Tostado de pajarito	Nativa	Verbenaceae	Tosferina	Hojas	Infusión
Lippia alba (Mill.) N.E.Br. ex Britton & P.Wilson	Mastranto	Nativa	Verbenaceae	Tos	Hojas	Cocción
Stachytarpheta cayennensis (Rich.) Vahl	Hierba de playa	Nativa	Verbenaceae	Gripe	Flor	Infusión
*Verbena litorali*s Kunth	Hierba mora de costa	Nativa/Cultivada	Verbenaceae	Resfrío, gripes	Planta	Infusión, zumo
Viola arvensis Murray	Viola	Introducida	Violaceae	Bronquitis	Planta	Cocida
Viola odorata L.	Violeta	Introducida	Violaceae	Gripe, tos	Planta	Infusión
Viola tricolor L.	Bella union	Introducida	Violaceae	Tosferina , tratamiento de afecciones de la garganta y bronquios	Flor	Infusión
Vitis vinifera L.	Uva	Introducida/ cultivada	Vitaceae	Tos	Planta	Infusión
Antrophyum cajenense (Desv.) Spreng.	Yapi`cho	Nativa	Vittariaceae	Tos	Planta	Decocción
Antrophyum guayanense Hieron.	Yapi`cho seje`pa	Nativa	Vittariaceae	Dolor de garganta	Hojas	Infusión

Nombre Científico	Nombre tradicional	Origen	Familia	Usos	Parte usada	Modo de uso
Alpinia purpurata K.Schum.	Viscu	Introducida/ cultivada	Zingiberaceae	Resfrío	Hojas	Infusión
Renealmia thyrsoidea subsp. *thyrsoidea*	San juanillo	Nativa	Zingiberaceae	Resfrío	Hojas	Infusión
Zingiber officinale Roscoe	Catarro ahirinri, jengibre	Introducida/ cultivada	Zingiberaceae	Gripes, tos	Rizoma	Machacado

Química y farmacología de Especies Respiratorias

En esta sección se han seleccionado 10 especies de plantas respiratorias nativas, considerando su uso y distribución ecológica, en algunos casos es evidente su correlación entre uso medicial y estudios realizados, en algunas especies los estudios no son concluyentes y es necesario complementar las evaluaciones químicas y farmacológicas.

Agave americana. Se trata de una especie medicinal muy común en la región interandina del Ecuador. Los estudios químicos muestran la presencia de: saponinas, flavonoides, taninos, alcaloides, B-caroteno, vitamina C, azucares reductores, y minerales como: fosforo, potasio, zinc, calcio y magnesio [22]. Su actividad antibiótica es comparable a la gentamicina sobre varias cepas como: *P. aeruginosa*, *S. typhi*, *E. coli* y *S. aureus* [22]. Ha sido comprobado su potencial antiinflamatorio en varios ensayos [23,24].

Annona muricata. La guanábana es un árbol frutal nativo abundante en las regiones tropicales. Se han detectado los siguientes metabolitos secundarios: glucósidos, saponinas, taninos, flavonoides, esteroides, triterpenos, cumarinas, quinonas, y ácidos orgánicos [25]. Estudios revelan su actividad antimicrobiana [26,27], se confirma su potencial antiinflamatorio [28,29].

Cestrum peruvianum. Las hojas y flores del sauco son usadas comunmente en los tratamientos de varios síntomas y enfermedades respiratorias. En la especie se ha logrado determinar la presencia de: cumarinas, terpenoides saponinas y compuestos fenólicos [30]. La actividad antiinflamatoria es iqueparable a fármacos sintéticos como indometacina y la dexametasona [30].

Clinopodium nubigenum. Tradicionalmente conocida como sunfo es una planta herbácea altoandina, común en los páramos a alturas pone encima de los 3000 msm. Contiene aceites esenciales con componentes mayoriarios como el acetato de carvacrol, carvacrol y timol [31]. Se han identifcado también monoterpenos glicosilados raros como los esquizonepetosidos A y B [32]. Su potencial antimicrobiano ha sido evaluado en varias investigaciones [31,32], inclusive de manera exclusiva en patógenos respiratorios [31]. Se ha comprobado su potencial antiinflamatorio [33].

Dalea coerulea. El iso de Quito es una planta respiratoria que usa en infusión tanto de sus flores, así como sus hojas. Existen pocas investigaciones en la especie, en la Universidad Politécnica Salesiana se evaluó la composición polifenólica de la especie, donde la malvidina es la antocianina de referencia [34], en la misma investigación se evidencia una gran actividad antimicrobiana en bacterias respiratorias y su potencial antiinflamatorio.

Mansoa alliacea. Conocida tradicionalmente como ajo de monte o sacha ajo, es una especie de los trópicos americanos. Las flores contienen β-amirina, β-sitosterol y ácido ursólico, β-sitosteril-d-glucósido, en las hojas los metabolitos mayoritarios corresponden compuestos azufrados [35]. En la corteza se encontró 9-metoxi-α-lapachona, en los extractos con acetato de etilo y en infusiones acuosas se identificó ácido p-cumárico y resveratrol [36]. Adicionalmente se han identificado varios compuestos fenólicos como: rutina, apigenina, ácido vanílicos, ácido cafeico, ácido ferúlico, ácido cumarico y ácido transcinámico [37]. Se confirma su potencial antibacteriano y antifúngico [36] y propiedades analgésica y antipirética [35].

Minthostachys mollis. El tipo o poleo es una planta herbácea aromática con aceite esencial donde abundan: acetato de carvacrilo, pulegona, carvacrol, trans-cariofileno, germacreno D, y sabineno [38,39]. Muestra un efecto antimicrobiano muy alto [40], de manera especial en patógenos respiratorios como, Staphylococcus aureus y Klebsiella pneumoniae [41]. Se confirme su actividad antiinflamatoria [42].

Myrcianthes hallii. Denominada comúnmente como arrayan, es un árbol característico de la cordillera de los andes, sus hojas aromáticas son empledas para el tratamiento de varias enfermedades. En la planta encontramos una variada e interesante concentración de polifenoles, destacándose los flavonoides como: galocatequina, catequina, epigalocatequina, epicatequina y galato de epigalocatequina; taninos condesados; flavonoles: miricetina 3-O-ramnosido, quercetina,miricetrina acilada, cipellogina A o B y kaempferol; antiocianinas: apigenina-hexósido y ácidos orgánicos como: ácido gálico, quinínico, málico y glucónico [43]. Varios estudios confirman sus propiedades antimicroboanas [43,44] y sus efectos antiinflamatorios [45].

Renealmia thyrsoidea. Especie de la amazonia de la familia de la zingiberaceae, tanto sus partes aéreas como sus rizomas son empleados con finalidades medicinales. En dos estudios se han investigado tanto a los aceites

esenciales provenientes de sus hojas como de los rizomas, encontrándose en ambos casos una alta concentración de α y β pinenos [46,47], ambos monoterpenos conocidos por sus propiedades béquicas y expectorantes. Su propiedad antibacteriana se confirma en diversos estudios [46-48].

Uncaria guianensis. La uña de gato es una planta medicinal amazónica muy apreciada por sus cualidades inmunomoduladoras y antiinflamatorias. Contiene un grupo de alcaloiodes conocidos como uncarinas [49], además se ha determinado la presencia de polifenoles [49] y esteroles como el β-sitosterol y estigmasterol [50]. Se reportan estudios de su actividad antimicrobiana [50], antiinflamatoria [49-52], e inmunoestimulante [51].

Discusión

De el gran número de plantas medicinales usadas en Ecuador para el tratamiento de enfermedades y síntomas de enfermedades respiratorias, 373 especies, se puede resaltar que un número de 289 plantas medicinales son nativas, lo que equivale al 77,5 % del total descrito, 16 de estas son endémicas un 4,3 %, apenas un 22,5 % son plantas introducidas. Este análisis nos muestra que la mayor parte de moléculas bioactivas forman parte de nuestra quimio-biodiversidad y se relacionan directamente con el saber ancestral de pueblos y nacionalidades en todas las regiones naturales del país.

En lo referente a los usos recabados en esta amplia revisión etnobotánica, se puede apreciar que en muchos de los casos se relaciona a la planta medicinal con el tratamiento de una enfermedad respiratoria concreta como: gripe, bronquitis, neumonía, pulmonía o asma; en otros casos el uso se refiere a la mitigación de un síntoma característicos como: tos, expectorante, dolor de garganta o dificultad respiratoria.

En lo que respecta a la diversidad biológica encontramos plantas pertenecientes a 108 familias botánicas, siendo las más representativas: Asteraceae (23), Solanaceae (21), Rosaceae (19), Lamiaceae (17), Fabaceae (15), Brassicaceae (12), Verbenaceae (11) y Arecaceae (10).

Conclusión

La extraordinaria diversidad etnobotánica del Ecuador continúa siendo un recurso poco investigado, muchas de las especies descritas se

encuentran en espacios ecológicos amenazados y es importante verificar con estudios metabolómicos y de actividad biológica las propiedades respiratorias de las plantas medicinales. Adicionalmente podemos apreciar el extraordinario saber y conocimiento de nuestros pueblos y nacionalidades, que durante miles de años han sabido adquirir y preservar esta valiosa información de el uso medicinal de los productos naturales. Para los diferentes institutos, centros y grupos de investigación de las universidades del país, el reto de poder confirmar estos conocimientos, incrementando la información sobre nuestra biodiversidad y su potencial medicinal.

Referencias

[1] Chakraborty I. & Maity P. (2020). COVID-19 outbreak: Migration, effects on society, global environment and prevention. *Science of the Total Environment*, 728,138882. Disponible en: https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138882

[2] Singh J. & Singh J. (2020). COVID-19 and its impact on society. *Electronic Research Journal of Social Sciences and Humanities*, 2(1):168-172. Disponible en: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3567837

[3] Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2020). Registro Estadístico de Camas y Egresos Hospitalarios 2019. Boletin tecnico ECEH, N°-01-2020-ECEH. INEC Disponible en: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Sociales/Camas_Egresos_Hospitalarios/Cam_Egre_Hos_2019/Boletin%20tecnico%20ECEH_2019.pdf

[4] Haro Esparza DA., Aldás Ibujes A., Santana Alarcón, AE. et al. (2020). Prevalencia de Enfermedades Respiratorias y Comportamiento Epidemiológico de COVID-19 en Pacientes del Centro de Salud "Centro Histórico". Período Marzo-Mayo 2020. *INVESTIGATIO*, (15):25-36. Disponible en: https://doi.org/10.31095/investigatio.2020.15.3

[5] Langeder J., Grienke U., Chen Y. et al. (2019). Natural products against acute respiratory infections: Strategies and lessons learned. *J. Ethnopharmacol*, 248: 112298. Disponible en: https://doi.org/10.1016/j.jep.2019.112298

[6] Shergis J., Wu L., May B., Zhang A. et al. (2015). Natural products for chronic cough: Text mining the East Asian historical literature for future therapeutics. *Chronic Respiratory Disease*, 12(3):204-211. Disponible en: https://doi.org/10.1177/1479972315583043

[7] Amaral-Machado L., Oliveira W., Moreira-Oliveira S. et al. (2020). Use of natural products in Asthma Treatment. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. 2020:1021258. Disponible en: https://doi.org/10.1155/2020/1021258

[8] Grienke U., Mair C., Kirchmair J., Schmidtke M. & Rollinger J. (2018). Discovery of bioactive natural products for the treatment of acute respiratory infections-an integrated approach. *Planta Med.*, 84(9/10):684-695. Disponible en: https://doi.org/10.1055/a-0590-5153

[9] Amaral-Machado L., Oliveira W., Rodrigues V. et al. (2021). Could natural products modulate early inflammatory responses, preventing acute respiratory distress syndrome in COVID-19-confirmed patients?. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 134:111143. Disponible en: https://doi.org/10.1016/j.biopha.2020.111143

[10] Noriega Rivera, P. (2015). *El Vuelo del águila y el cóndor. Historia de vida del tayta yachak Alberto Taxo*. Quito, Ecuador: Casa de la Cultura Ecuatoriana Editorial Pedro Jorje Vera.

[11] Pasto-Capuz J., Francisco-Pérez J., & Blanco M. (2019). *¿Quién cura y cómo cura? Tratamiento de la enfermedad en una comunidad rural de Ecuador.* Cultura de los Cuidados, 23(54):244-254. Disponible en: https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/96322/1/CultCuid_54-244-254.pdf

[12] De la Torre L., Navarrete H., Macía P. & Balslev H. (eds.). (2008). Enciclopedia de las Plantas Útiles del Ecuador. Quito & Aarhus: Herbario QCA de la Escuela de Ciencias Biológicas de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador & Herbario AAU

[13] Noriega Rivera P. & Taco Chicaiza A. (2018). *La flora medicinal de los parques del Distrito Metropolitano de Quito.* Quito, Ecuador: Universidad Politécnica Salesian & Editorial Abya-Yala.

[14] Rios M., Yachalin V., Páez B. & Harro-Carrión X. (2008). *Plantas Medicinales de Salinas de Guaranda, Ecuador.* Quito, Ecuador: Fundación Pachamama & Editorial Abya-Yala.

[15] Tafur-Recalde V. (2011). *Plantas altoandinas del Ecuador.* Quito, Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana & Editorial Abya-Yala. Disponible en: http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/6112

[16] Giovannini P. (2015). Medicinal plants of the Achuar (Jivaro) of Amazonian Ecuador: Ethnobotanical survey and comparison with other Amazonian pharmacopoeias. *J Ethnopharmacol*, 164:78-88. Disponible en: https://doi.org/10.1016/j.jep.2015.01.038

[17] Morales F., Padilla S. & Falconí F. (2017). Medicinal plants used in traditional herbal medicine in the province of Chimborazo, Ecuador. *Afr J Tradit Complement Altern Med.*, 14(1):10-15. Disponible en: http://dx.doi.org/10.21010/ajtcam.v14i1.2

[18] Cerón Martínez C. (2006). Plantas medicinales de los Andes ecuatorianos. En: Moraes M, Ollgaard B, Kvist L, Borchsenius F, &, Balslev H, editores. *Botánica Económica de los Andes Centrales.* La Paz, Bolivia: Universidad Mayor de San Andrés; pp. 285–296. Disponible en: https://www.academia.edu/31617453/Bot%C3%A1nica_Econ%C3%B3mica_de_los_Andes_Centrales_2006.pdf

[19] Tinitana F., Rios M., Romero-Benavides JC. et al. (2016). Medicinal plants sold at traditional markets in southern Ecuador. *J Ethnobiol Ethnomed,* 12(1):1–18. Disponible en: https://ethnobiomed.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13002-016-0100-4

[20] Intriago L., Allauca M., Rodríguez N. & Romero E. (2015). Estudio etnobotánico de plantas medicinales utilizadas por los habitantes del área rural de la Parroquia San Carlos, Quevedo, Ecuador. Univ. Salud, 17(1):97–111. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-71072015000100009&lang=es

[21] Weckmüller H., Barriocanal C., Maneja R. & Boada M. (2019). Factors affecting traditional medicinal plant knowledge of the Waorani, Ecuador. *Sustainability*, 11(16): 4460. Disponible en: http://dx.doi.org/10.3390/su11164460

[22] Pandey B., Shrestha A., Sharma N. & Shrestha B. (2019). Evaluation of phytochemical, antimicrobial, antioxidant activity and cytotoxic potentials of Agave Americana. *Nepal Journal of Biotechnology*, 7(1):30–38. Disponible en: http://dx.doi.org/10.3126/njb.v7i1.26948

[23] Misra A., Varma S. & Kumar R. (2018). Anti-inflammatory Effect of an Extract of Agave americana on Experimental Animals. *Pharmacognosy Research*, 10(1):104–108. Disponible en: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5855365/

[24] Monterrosas-Brisson N., Arenas Ocampo M., Jiménez-Ferrer E. et al. (2013). Anti-inflammatory activity of different agave plants and the compound *Cantala Saponin*-1. *Molecules,* 18(7):8136–8146. Disponible en: https://doi.org/10.3390/molecules18078136

[25] Adeyemi D., Komolafe O., Adewole S. et al. (2009). Anti hyperglycemic activities of Annona muricata (Linn). *African Journal of Traditional, Comple-*

mentary and Alternative Medicines, 6(1):62–69. Disponible en: https://doi.org/10.4314/ajtcam.v6i1.57075

[26] Bento EB., Matias EF., Brito Jr. FE., Oliveira DR. et al. (2013). Association between food and drugs: antimicrobial and synergistic activity of Annona muricata L. *International Journal of Food Properties*, 16(4):738–744. Disponible en: https://doi.org/10.1080/10942912.2011.565905

[27] Folorunso A., Akintelu S., Oyebamiji A., et al. (2019). Biosynthesis, characterization and antimicrobial activity of gold nanoparticles from leaf extracts of Annona muricata. *Journal of Nanostructure in Chemistry*, 9(2):111–117. Disponible en: https://doi.org/10.1007/s40097-019-0301-1

[28] Foong C. & Hamid R. (2012). Evaluation of anti-inflammatory activities of ethanolic extract of Annona muricata leaves. *Brazilian Journal of Pharmacognosy*. 22(6):1301–1307. Disponible en: https://doi.org/10.1590/S0102-695X2012005000096

[29] Vieira de Sousa O., Vieira G., de Pinho J., Yamamoto C. & Alves M. (2010). Antinociceptive and anti-inflammatory activities of the ethanol extract of Annona muricata L. leaves in animal models. *Int J Mol Sci*, 11(5):2067–2078. Disponible en: http://dx.doi.org/10.3390/ijms11052067

[30] Peñaherrera E., Jarves L., Cuzco N., Wilches I., León F., & Tobar V. (2016). Efecto antiinflamatorio de extractos metanólicos de plantas de Azuay y Loja (Ecuador) a través del modelo de Peces Cebra. *Revista de la Facultad de Ciencias Químicas,* 10(14):1-12. Universidad de Cuenca. Disponible en: http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/25068

[31] P. Noriega, T. Mosquera, E. Osorio, P. Guerra, & A. Fonseca, "Clinopodium nubigenum (Kunth) Kuntze essential oil: Chemical composition, antioxidant activity, and antimicrobial test against respiratory pathogens", *Journal of Pharmacognosy and Phytotherapy*, 10(9), pp. 149-157, septiembre 2018.

[31] Noriega P., Mosquera T., Osorio E., Guerra P. & Fonseca A. (2018). Clinopodium nubigenum (Kunth) Kuntze essential oil: Chemical composition, antioxidant activity, and antimicrobial test against respiratory pathogens. *Journal of Pharmacognosy and Phytotherapy*, 10(9):149–157. Disponible en: https://doi.org/10.5897/JPP2017.0467

[32] Gilardoni G., Malagon O., Morocho V. et al. (2011). Phytochemical researches and antimicrobial activity of Clinopodium nubigenum Kunth (Kuntze) raw extracts. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 21(5):850-855. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1590/S0102-695X2011005000139

[33] Illescas-Bayas A. & Lovato-Armas C. (2020). *Estudio del Perfil Fitoquímico y posibles aplicaciones de los extractos alcohólicos, etéreo y acuoso del Sunfo*

(clinopodium nubigenum (kunth) kuntze). Tesis de Licenciatura. Ecuador: Universidad Técnica de Cotopaxi. Disponible en: http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/6998

[34] De La Cruz Mora M., & Ulloa Curizaca N. (2020). *Evaluación de la actividad antimicrobiana y antiinflamatoria de flavonoides presentes en las flores de Dalea coerulea (Lf) Schinz & Thell.* Tesis de Ingeniería. Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana. Disponible en: http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/18443

[35] Patel I., Sipai S., Rathod D., Shrimali G., Patel A. & Rami E. (2013). Phytochemical studies on Mansoa alliacea (Lam.). *International Journal of Advances in Pharmaceutical Research*, 4(6):1823-1828. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/244484400_Phytochemical_studies_on_Mansoa_alliacea_Lam

[36] Tasambay Salazar A., Scalvenzi L., Piedra Lascano AS. & Radice M. (2017). Ethnopharmacology, biological activity and chemical characterization of Mansoa alliacea. A review about a promising plant from Amazonian region, in Proceedings of the MOL2NET'17, Conference on Molecular, Biomedical & Computational Sciences and Engineering, 3rd ed., MDPI: Basel, Switzerland. Disponible en: http://dx.doi.org/10.3390/mol2net-03-04617

[37] Faccin H., Loose R., Viana C., Lameira O. & Machado de Carvalho L. (2017). Determination of phenolic compounds in extracts of Amazonian medicinal plants by liquid chromatography-electrospray tandem mass spectrometry. *Analytical Methods*, 9(7):1141-1151. Disponible en: https://doi.org/10.1039/C6AY02937J

[38] Schmidt-Lebuhn A. (2008). Ethnobotany, biochemistry and pharmacology of *Minthostachys* (Lamiaceae). *J Ethnopharmacol*, 118(3):343–353. Disponible en: https://doi.org/10.1016/j.jep.2008.05.030

[39] Moreno W., Torres W., Ana A., Arias G., Cevallos E., Zambrano Z. & Salazara K. (2019). Essential oil of Minthostachys mollis: extraction and chemical composition of fresh and stored samples. *Arabian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 5(1):59–71. Disponible en: https://doi.org/10.48347/IMIST.PRSM/ajmap-v5i1.15684

[40] Pellegrini M., Alvárez M., Ponce A., Cugnata N., De Piano F. & Fuselli S. (2014). Anti-quorum sensing and antimicrobial activity of aromatic species from South America. *J Essent Oil Res*, 26(6):458–465. Disponible en: https://doi.org/10.1080/10412905.2014.947387

[41] Peña D. & Gutiérrez M. (2017). Efecto antimicrobiano del aceite esencial de Minthostachys mollis sobre microorganismos frecuentes en vías respirato-

rias bajas. *Revista Ciencia y Tecnologia*, 13(3):55–66. Disponible en: https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/PGM/article/view/1874

[42] Muñoz Jumbo D. & Morales Acosta D. (2020). *Estudio del contenido de polifenoles, capacidad antioxidante y antiinflamatoria del extracto obtenido de tipo (Minthostachys mollis Griseb).* Tesis de Ingeniería. Ecuador: Universidad Técnica de Ambato. Disponible en: https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/30839

[43] Chavez Carvajal P., Coppo E., Di Lorenzo A. et al. (2016). Chemical characterization and *in Vitro* antibacterial activity of *Myrcianthes hallii* (O. Berg) McVaugh (Myrtaceae), a traditional plant growing in Ecuador. *Materials*, 9(6):454. Disponible en: http://dx.doi.org/10.3390/ma9060454

[44] Paniagua-Zambrana N. & Bussmann R. (2020). *Myrcianthes discolor* (Kunth) McVaugh *Myrcianthes fragrans* (Kunth) McVaugh *Myrcianthes hallii* (O. Berg.) McVaugh Myrtaceae. En: Paniagua-Zambrana N., Bussmann R. (eds). *Ethnobotany of the Andes.* Serie Ethnobotany of Mountain Regions of Brazil. Springer. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-77093-2_197-1

[45] Mirallas-Aguila E. (2018). *Evaluación de la actividad antioxidante y antiinflamatoria in vitro de extractos hidroalcohólicos de hojas de Myrcianthes hallii.* Tesis de Licenciatura. Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Disponible en: http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/8889

[46] Noriega P., Paredes E., Mosquera T., et al. (2016). Chemical Composition antimicrobial and free radical scavenging activity of essential oil from leaves of Renealmia thyrsoidea (Ruiz Pav.) Poepp. Endl. *Journal of Medicinal Plants Research*, 10(33):553–558. Disponible en: https://academicjournals.org/journal/JMPR/article-abstract/05376B460431

[47] Rivera P., Paredes E., Lueckhoff A. et al. (2017). Composiciónn química y actividad antimicrobiana del aceite esencial de los rizomas de Renealmia thyrsoidea (Ruiz & Pav) Poepp. & Eddl (shiwanku muyu). *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 22(2). Disponible en: http://www.revplantasmedicinales.sld.cu/index.php/pla/article/view/505/276

[48] Cabanillas B., Le Lamer A., Olagnier D. et al. (2014). Leishmanicidal compounds and potent PPARγ activators from *Renealmia thyrsoidea* (Ruiz & Pav.) Poepp. & Endl. *Journal of Ethnopharmacology*, 157:149–155. Disponible en: https://doi.org/10.1016/j.jep.2014.09.010

[49] Sandoval M., Okuhama N., Zhang X. et al. (2020). Anti-inflammatory and antioxidant activities of cat's claw (*Uncaria tomentosa* and *Uncaria guia-*

nensis) are independent of their alkaloid content. *Phytomedicine*, 9(4):325–337. Disponible en: https://doi.org/10.1078/0944-7113-00117

[50] Prieto-Rodríguez J., Patiño-Ladino O., Lesmes L., Lozano J. & Cuca-Suárez L. (2011). Estudio fitoquímico de hojas de Uncaria guianensis y evaluación de actividad antibacteriana. *Acta Amazonica*, 41(2):303–310. Disponible en: https://doi.org/10.1590/S0044-59672011000200017

[51] Urdanibia I., Michelangeli F., Ruiz M., Milano B., & Taylor P. (2013). Anti-inflammatory and antitumoural effects of *Uncaria guianensis* bark. *Journal of Ethnopharmacolgy*, 150(3):1154–1162. Disponible en: https://doi.org/10.1016/j.jep.2013.10.055

Plantas utilizadas para el tratamiento de infecciones agudas del tracto urinario (ITU)

Plants used for the treatment of acute urinary tract infections (UTI)

S. Toalombo[1]*, M. Maldonado*[2]

Introducción

Las infecciones urinarias principalmente suelen tratarse con antibióticos que pueden ser un impedimento para algunas personas, sobre todo mujeres, que sufren episodios de repetición, y, en consecuencia, adquieren resistencia a medicamentos. Por ello, se opta por fitoterapia como tratamiento alternativo para afecciones de vías urinarias. Como estrategia de búsqueda los documentos bibliográficos se identificaron en la fuente documental "Science Direct", los descriptores aplicados fueron: fitoterapia, infección, tracto urinario, y uropatógenos. Los registros obtenidos fueron 10 tras combinar diferentes palabras clave. No se utilizaron criterios de inclusión ni exclusión para la selección del material bibliográfico. Las plantas con propiedades de interés para el tratamiento de infecciones urinarias son; *Aloysia triphylla* L'Hér., *Aster bakerianus Burtt Davy* ex C.A.Sm., *Bauhinia bowkeri* Harv, *Cenchrus ciliaris*

1 Shirley Toalombo Guajala, Ingeniera en Biotecnología de los Recursos Naturales, estudiante Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador, stoalombog@est.ups.edu.ec

2 María Elena Maldonado, PhD en Biotecnología, Docente carrera de Ing. en Biotecnología de los RRNN, Coordinadora del Grupo de Investigación BIOARN, Ecuador, mmaldonado@ups.edu.ec

L., Cryptocarya latifolia Sond., Desmodium molliculum, Drimia elata Jacq., *Elaeocarpus tectorius* (Lour.) Poir., *Eucomis autumnalis* (Mill.) Chitt., *Hibiscus sabdariffa, Hydnora africana* Thunb., *Hypoxis hemerocallidea* Fisch., C.A. Mey. & Avé Lall., *Lomatia ligularis, Malva silvestris, Matricaria chamomilla, Melissa officinalis, Ocotea quixos* (Lam.) Kosterm., *Passiflora.ligularis* A.L.Juss, *Peganum harmala* L., *Prunus africana* (Hook.f.) Kalkman, *Ranunculus multifidus* Forssk., *Rhoicissus tridentata* (L.f.) Wild & R.B.Drumm., *Rosmarinus officinalis L., Sambucus peruvianus, Silybum marianum, Urtica dioica, Vernonia adoensis* (Sch. Bip. ex Walp.) H. Rob., *Vaccinium floribundum* Kunth, *Zea mays* L. La revisión bibliográfica valida científicamente la posibilidad de encontrar efecto antibacteriano en extractos vegetales de las plantas mencionadas, todo ello reportado en el presente capítulo.

Las infecciones agudas del tracto urinario (ITU) son la enfermedad más común en todo el mundo, donde cada año 150 millones de personas sufren de infecciones de vías urinarias [1]. En el Ecuador constituyen un problema frecuente dentro de la atención primaria de salud, siendo responsables del 5 % de las consultas médicas, por lo que ocupa el segundo lugar en patologías de tipo infeccioso, superadas únicamente por las infecciones del tracto respiratorio [2]. Se considera que las mujeres son las más propensas a sufrir este tipo de enfermedad que los hombres, debido a que los microorganismos tienen más facilidad de ingreso a la vejiga. Los pacientes con más alta incidencia de infección urinaria son personas con edades entre los 10 y 19 años. Los uropatógenos más frecuentes son *Escherichia coli* y *Staphylococcus saprophyticus* [3], sin embargo la frecuencia de infecciones causadas por *Pseudomonas sp, Klebsiella sp,* especies de Enterobacter, así como por Enterococos, *Staphylococcus sp y Cándida sp.,* está aumentando considerablemente [4]. *Escherichia coli* es el principal uropatógeno causante de infecciones urinarias adquiridas, este patógeno puede sobrevivir al tratamiento con antibióticos a través de la internalización y causar recurrencia. Las diferentes cepas de esta especie albergan una variedad de factores de virulencia para establecer una infección, incluidas adhesinas, toxinas, mecanismos de evitación de la defensa del huésped y múltiples sistemas de adquisición de hierro[7]. Una de las causas principales de ITU es la resistencia a antibióticos, la cual es importante en la salud, principalmente en países en desarrollo, donde las personas desconocen hábitos de higiene, alta

pobreza y un uso sin prescripción médica de antibióticos [5]. La ampicilina, las fluoroquinolonas, cefalosporinas de primera generación, trimetoprim / sulfametoxazol y ácido nalidíxico, son antibióticos utilizados para tratar ITU, sin embargo, mediante estudios realizados, son los principales antibióticos causantes de una resistencia, debido a su uso indiscriminado, como por ejemplo, al tomar antibióticos para tratar infecciones víricas, no tomar dosis completas, automedicación, la utilización de medicamento vencidos o adulterados [3], [6].

Con la aparición de bacterias multiresistentes (MDR), es necesario encontrar nuevos agentes antimicrobianos para tratar dichas bacterias. El uso de la medicina tradicional en el tratamiento de distintas enfermedades es una práctica que se ha llevado a cabo desde tiempos ancestrales y ha demostrado ser beneficioso para las personas y comunidades que mantienen y conservan su uso con el fin de buscar un tratamiento alternativo para cada enfermedad [19]. De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), gran parte de la población de los países en desarrollo recurre a la medicina tradicional como fuente de atención primaria en salud, por lo tanto en todo el mundo se han reportado diferentes plantas ricas en compuestos con actividad antimicrobiana. [7]. Las plantas son los remedios naturales utilizados para la atención primaria de salud y las personas dependen de los medicamentos con base en hierbas ya que son un recurso terapéutico muy importante utilizado para la prevención y cura de numerosas enfermedades causadas por patógenos infecciosos [8]. En la actualidad, los extractos vegetales de plantas han sido evaluados para su uso como productos naturales para el tratamiento de muchas enfermedades infecciosas. En particular, las actividades antimicrobianas de extractos vegetales de plantas han formado con base en muchas aplicaciones, incluidas la conservación de alimentos, productos farmacéuticos, medicina alternativa y terapias naturales[19].

Estudios recientes se centran principalmente en productos con base en hierbas debido a que son ricas en una amplia variedad de metabolitos secundarios, como flavonoides, terpenoides, taninos y alcaloides, los cuales tienen propiedades antimicrobianas [10]. Los productos naturales han realizado grandes contribuciones a la salud humana por medio de la utilización de compuestos como los mencionados anteriormente. Uno de

los motivos que apoyan la probabilidad de obtener compuestos antimicrobianos originados a partir de extractos vegetales del plantas, es el hecho de que dichos compuestos pueden inhibir el crecimiento bacteriano por un mecanismo diferente que el de los antibióticos convencionales[19].

De modo que la utilización de compuestos activos de extractos vegetales de plantas sirve como una fuente potencial de nuevos prototipos de antibióticos, a diferencia de los fármacos sintéticos que poseen efectos secundarios graves como neurotoxicidad, nefrotoxicidad y hepatotoxicidad; así como los investigadores prestan atención a los antioxidantes naturales y agentes antimicrobianos de origen vegetal para desarrollar fármacos más seguros[23][8].

Por lo tanto, el objetivo de este artículo es investigar especies vegetales con actividad antimicrobiana y que tengan la capacidad de tratar infecciones agudas del tracto urinario.

Métodos

La estrategia de búsqueda de los documentos bibliográficos se realizó en la fuente documental "Science Direct", cuyos descriptores aplicados fueron: fitoterapia, infección, tracto urinario, y uropatógenos.

La metodología fue establecida de la siguiente manera; primero se tomó en cuenta la identificación del material vegetal, posteriormente las técnicas adecuadas para las preparaciones del extracto vegetal, técnicas adecuadas para el cribado fitoquímico y métodos eficaces para la evaluación de la actividad antimicrobiana.

Material vegetal

Se identificaron treinta plantas medicinales comúnmente utilizadas en la medicina tradicional alrededor del mundo para tratar las infecciones urinarias. Las partes más estudiadas de cada una de las plantas son las hojas, semillas, frutos, raíces, bulbos o corteza.

Preparación del extracto

Ciertos procesos han demostrado tener efectividad, de los cuales el proceso adecuado para extraer los principios activos del material vegetal, consiste en utilizar solventes como metanol, diclorometano, acetato de etilo, hexano, éter de petróleo y etanol al 70 % a una temperatura no superior a los 40 ° C y con agitación constante, seguido de un proceso de filtracion a través de papel de filtro Whatman N ° 1.[7] [8] [10] [11] [12] [13] . El extracto fluido se obtiene mediante la técnica de percolación[3]. De igual manera los aceites esenciales se pueden obtener mediante la técnica por arrastre de vapor e hidrodestilación utilizando un aparato tipo Clevenger [9][15] o extraer el aceite esencial por microondas sin disolvente, hidratando el material vegetal en agua destilada a 25 ° C durante 60 min, se drena el exceso de agua y se coloca en el reactor de microondas a una potencia y temperatura de 850 W y 85 °C, respectivamente, durante 45 min [8].

Cribado fitoquímico

El cribado fitoquímico cualitativo se realiza para conocer los diferentes constituyentes fitoquímicos como alcaloides, compuestos fenólicos, taninos, flavonoides, terpenoides, saponinas, glucósidos y esteroides utilizando métodos estándar. Para detectar la presencia de alcaloides se utilizan las pruebas Hager, Dragendorff, Meyer y Wagner , la determinación de fenólicos y taninos se realiza mediante las pruebas de cloruro férrico e hidróxido de potasio, para la determinación de flavonoides se utiliza la prueba del reactivo alcalino, de igual manera se determina la presencia de flavonoides mediante cromatografía líquida de alta resolución en fase inversa (RP-HPLC) con detección UV y cromatografía de gases-espectrometría de masas (GC-MS), la reacción de Liebermann-Burchard esutilizada para la determinación de terpenoides y esteroides, la prueba de formación de espuma para saponinas, para detectar glucósidos la prueba de Borntrager y la prueba de Salkowski para la determinación de esteroides [7][8] [13]. Mientras que la identificación química del extracto fluido se realiza cuantitativamente siguiendo el método de Folin-Ciocalteu para determinar fenoles totales y el método de pH diferencial para determinar antocianinas.l[3]. La identificación de los componentes químicos del aceite esencial,

es factible mediante cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (CG-EM), siendo las condiciones del análisis una temperatura del inyector a 250º C, columna factor four VF-5ms (30m x 0,25mm), gas transportador Helio 1ml/min y split 200 [5] [9] [15].

Actividad antimicrobiana

Los métodos aplicados y que tienen eficacia al momento de determinar los efectos antimicrobianos de extractos y aceites esenciales, son métodos de difusión y microdilución de pozos de agar. El método de difusión en pozos de agar se realiza con base en el método introducido por Collins. Mientras que para determinar MIC (concentración mínima inhibitoria) se utiliza el método de microdilución, que consiste en preparar diluciones seriadas de los extractos en suero fisiológico (0,9 % de NaCl en agua), se añade diferentes concentraciones de los extractos y suspensiones de los aislados ensayados a los tubos que contienen caldo Mueller Hinton. Posteriormente se incuba durante 24h a 37 ° C. La concentración más baja de cada extracto que no muestra turbidez se determina como MIC. La MIC se evalúa con las siguientes cepas de bacterias: *Escherichia coli*, *Staphylcoccus saprophyticu,* así como con la levadura *Candida albicans*. Estos uropatógenos fueron escogidos ya que son los principales causantes de infecciones agudas del tracto urinario.

Resultados

Plantas utilizadas para el tratamiento de infecciones agudas del tracto urinario.

Las plantas cuyas propiedades son de interés para el tratamiento de infecciones urinarias son: *Aloysia triphylla* L'Hér., *Aster bakerianus Burtt Davy* ex C.A.Sm., *Bauhinia bowkeri* Harv, *Cenchrus ciliaris L., Cryptocarya latifolia Sond.*, *Desmodium molliculum, Drimia elata* Jacq., *Elaeocarpus tectorius* (Lour.) Poir., *Eucomis autumnalis* (Mill.) Chitt., *Hibiscus sabdariffa*, *Hydnora africana* Thunb., *Hypoxis hemerocallidea* Fisch., C.A.Mey. & Avé Lall., *Lomatia ligularis*, *Malva silvestris*, *Matricaria chamomilla*, *Melissa officinalis*, *Ocotea quixos* (Lam.) Kosterm., *Passiflora.ligularis* A.L.Juss, *Peganum*

harmala L., *Prunus africana* (Hook.f.) Kalkman, *Ranunculus multifidus* Forssk., *Rhoicissus tridentata* (L.f.) Wild & R.B.Drumm., *Rosmarinus officinalis L.*, *Sambucus peruvianus*, *Silybum marianum*, *Urtica dioica*, *Vernonia adoensis* (Sch. Bip. ex Walp.) H. Rob., *Vaccinium floribundum* Kunth, *Zea mays* L.

Aloysia triphylla se le ha descrito actividad antibacteriana y antifúngica, es originaria de Sudamérica y pertenece a la familia Verbenaceae, esta planta es ampliamente utilizada para resolver diversos problemas de salud, está compuesta por flavonoides, la luteolin-7-diglucuronida y el compuesto fenólico verbascoside [15]. *Bauhinia bowkeri Harv.*, perteneciente a la familia Fabaceae, es una especie endémica rara de la región de matorrales o valles de sabana arbolada en el Cabo Oriental, tiene propiedades como hipoglucemiante, diurético, astringente, cicatrizante y antiséptico. *Cenchrus ciliaris L*, perteneciente a la familia Poaceae, es conocida comúnmente como la hierba cola de zorra africana, la cual es originaria de África tropical, la región mediterránea y las partes más cálidas y secas de Asia. *Drimia elata* Jacq., perteneciente a la familia Asparagáceas, posee glucósidos cardíacos, particularmente bufadienólidos, muestra potentes actividades farmacológicas, antibacterianas, antifúngicas, antimicobacterianas, anticancerosas, antiinflamatorias, antioxidantes y hemaglutinantes [16]. *E. tectorius* (Lour.) Poir. syn *E. oblongus* es perteneciente a la familia Elaeocarpaceae, es una de las especies tradicionales de árboles que dan frutos comestibles y es consumida por los pueblos tribales de los Ghats occidentales;z se caracteriza por poseer efectos antiinflamatorios, antimicrobianos, ansiolíticos, analgésicos, antidepresivos, antiasmáticos, antidiabéticos, antiulcerogénicos, antitumorales, citotóxicos, sedantes, hipnóticos, propiedades tranquilizantes, anticonvulsivas, antiepilépticas y antihipertensivas a través de las investigaciones farmacológicas, cuyod frutos son utilizados en el tratamiento del reumatismo, neumonía, úlceras, hemorroides y lepra[8]. *Hydnora africana* Thunb.es una planta perteneciente a la familia Hydnoraceae, es nativa del sur de África, presenta taninos en grandes cantidades, que le da propiedades farmacológicas. *Hypoxis hemerocallidea* Fisch., CAMey. Y Avé-Lall es comúnmente conocida como papa africana, pertenece a la familia Hipoxidaceas, posee propiedades anticonceptivas, antiinflamatorias, anticonvulsivantes, antioxidantes, antineoplásicas e hipoglucémicas[17]. *Matricaria chamomilla L.* conocida comúnmente como manzanilla, es una planta na-

tiva de la región mediterránea, la cual debido a sus compuestos fenólicos y flavonoides posee una amplia gama de actividades biológica, espasmolíticas y antiinflamatorias. *Melissa officinalis L.* conocida comúnmente como toronjil, es una planta perenne de la familia Lamiaceae, originaria del sur de Europa y la región mediterránea , es rico en compuestos fenólicos como ácidos hidroxicinámicos y flavonoides, ácidos rosmarínico y cafeico, cuyo aceite esencial se aplica principalmente en medicina y farmacología , ya que esta posee actividades antibacterianas, antitumorales, antioxidantes y espasmolíticas [7]. *Ocotea quixos* (Lam.) Kosterm. perteneciente a la familia Lauraceae, conocida comúnmente como ishpingo, cuyo hábitat natural es el bosque húmedo tropical de la Amazonía ecuatoriana, tiene una alta capacidad de inhibir el crecimiento de cepas tanto debacterias como de hongos [9]. Peganum harmala L. perteneciente la familia de Zygophyllaceae, es una planta con flores de crecimiento silvestre, está ampliamente distribuida en regiones predesérticas del sudeste de Marruecos, norte de África y Oriente Medio, muestra diferentes actividades farmacológicas como antioxidante, efectos antiespasmódicos, antihistamínicos, vasorrelajantes, cicatrización de heridas, propiedades inmunomoduladoras, cicatrización de leucemias, antitumoral, actividades antibacterianas, antituberculosas y sus semillas son utilizadas como desinfectante[10]. *Prunus africana* (Hook.f.) Kalkman, perteneciente a la familia Rosácea, se encuentra en África, es utilizada para trastornos de los esfínteres de la vejiga, cáncer, fiebre, impotencia, inflamación, enfermedad renal, obstrucción parcial de la salida de orina, cáncer de próstata, adenoma prostático, prostatitis, psicosis, desempeño sexual, molestia estomacal, trastornos del tracto urinario y salud del tracto urinario [11]. *Rosmarinus officinalis L.*,conocida comúnmente como romero, es pariente de la familia Lamiaceae, es una planta de hoja perenne ,es nativa de la región mediterránea, se aplica ampliamente como condimento y aromatizante, mientras que en la medicina tradicional, se consideraba como un analgésico, estimulante suave, y se usaba para tratar dolores de cabeza, enfermedades inflamatorias, mala circulación y fatiga física y mental [5]. *Silybum marianum L* conocido comúnmente como cardo mariano, es una planta anual y bianual de la familia Asteraceae que crece de forma silvestre en diferentes áreas del mundo y en Irán , las semillas y frutos de esta planta poseen un compuesto conocido como silimarina, la cual es aplica-

da principalmente para el tratamiento de trastornos hepáticos, infecciones por hepatitis C y la cirrosis; y actúa como hepatoprotector, especialmente de la intoxicación por hongos. [7]. *Vaccinium floribundum Kunth.* conocido comúnmente como mortiño, se encuentra en los páramos andinos del Ecuador, pertenece a la familia Ericaceae, es conocida por su alta actividad antioxidante, antimicrobiana y antiinflamatoria debido a la presencia de antocianinas y compuestos fenólicos [3]. Zea mays L., perteneciente a la familia Poaceae , tiene estigmas secos de la inflorescencia de Zea mays L., los cuales son utilizados tradicionalmente como diuréticos en la cistitis y como demulcentes urinarios para eliminar piedras y grava del tracto urinario [12].

Cribado Fitoquímico

El cribado fitoquímico de cada una de las especies vegetales se muestra en la Tabla 1. En las plantas utilizadas para el tratamiento de infecciones urinarias, se encontraron alcaloides, flavonoides, taninos, fenoles totales, saponinas, esteroides, antocianinas, quinonas, cardiotónicos, glucósidos y terpenoides. *Elaeocarpus tectorius* muestra resultados positivos para la presencia de alcaloides, compuestos fenólicos, taninos, flavonoides, saponinas, glucósidos, terpenoides y esteroides; las hojas de *Peganum harmala* muestran la presencia de flavonoides, alcaloides, saponinas, taninos, glucósidos, terpenoides y esteroides y la ausencia de antraquinonas, mientras que las semillas mostraron altos niveles de alcaloides y la ausencia de los demás metabolitos; *Matricaria chamomilla, Melissa officinalis y Silybum marianum* mostraron la presencia de flavonoides principalmente catequina, quercetina y silimarina, de los cuales se encuentra mayor concentración catequina y quercetina en extracto etanólico; en *Passiflora ligularis A. L.* Juss, *Lomatia ligularis* y *Sambucus peruvianus* H.B.K se encontraron esteroides, flavonoides, cardiotónicos, taninos y antocianinas, quinonas en *Lomatia ligularis* y cardiotónicos en la mayoría de especies vegetales, excepto en *Desmodium molliculum y Urtica dioica; en Vaccinium floribundum Kunth* muestra la presencia de fenoles totales y antocianinas; el aceite esencial extraído de las hojas *Ocotea quixos* (Lam.) Kosterm. muestra mayor cantidad de terpernoides principalmente cariofileno, humuleno y eremofileno; del aceite esencial extraído de *R. officinalis*, se encontraron terpenoides, de los cuales 1,8-cineol,

el α-pineno y la verbenona son los componentes principales; en *Aloysia triphylla* (L'Hér.) los componentes mayoritarios identificados son terpenoides principalmente geranial, neral, geraniol, bicyclogermacrene y nerol.

Tabla 1. Cribado fitoquímico de cada una de las plantas medicinales

Especies	Metabolitos secundarios									
	A	F	FT	T	S	G	Tr	E	At	Q
Aloysia triphylla (L'Hér.)	-	+	+	-	-	-	+	-	-	-
Desmodium molliculum	-	+	-	+	-	-	-	+	+	-
Elaeocarpus tectorius (Lour.) Poir.	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-
Lomatia ligularis	-	+	-	+	-	-	-	+	+	+
Matricaria chamomilla	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-
Melissa officinalis	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Ocotea quixos (Lam.) Kosterm	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
Passiflora.ligularis A.L.Juss	+	+	-	+	+	-	-	+	+	-
Peganum harmala L.	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+
Rosmarinus officinalis L.	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
Sambucus peruvianus	-	+	-	+	-	-	-	+	+	-
Silybum marianum	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Urtica dioica	-	+	-	+	+	-	-	+	+	-
Vaccinium floribundum Kunth.	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-

[a] A= alcaloides; F= flavonoides; T= tanino; FT= fenoles totales; S= saponinas; G= glucósidos; Tr= terpenoides; E= esteroides; Q= quinonas; At=antocianinas (+)= Presencia de compuesto químico, (-)= Ausencia de compuesto químico.

La mayoría de las plantas medicinales tienen mayor cantidad de compuestos como flavonoides, taninos, terpnoides, esteroides y antocianinas, que indica que dichos metabolitos secundarios son los que dan a las plantas la capacidad de inhibir las bacterias causantes de infecciones urinarias[8]. Los flavonoides son polifenólicos , distribuidos ampliamente en las plantas, tiene efectos favorables sobre la salud, son capaces de eliminar los radicales libres derivados del oxígeno, absorber radiación UV y quelar iones metálicos, además ejercen efectos antiinflamatorios, antialérgicas, antivirales , anticancerígenas, y actúan principalmente en la pared celular de las bacterias [13][18]. Los alcaloides son compuestos químicos que se encuentran naturalmente las plantas que a menudo tienen efectos farmacológicos [8]. Los taninos son compuestos fenólicos de alto peso molecular capaces de precipitar proteínas, tienen propiedades antiinflamatorias, antihemorrágicas y antioxidantes; estos afectan el medio donde los microorganismos crecen [13] [19]. Se sabe que los fenoles totales son captadores de oxígeno, descomponedores de peróxido, agentes quelantes de metales e inhibidores de radicales libres; poseen propiedades antioxidantes, antitumorales, antibacterianas, antivirales, antimutagénicas y cardioprotectoras [8]. Los esteroides vegetales tienen propiedades antibacterianas; poseen muchas actividades medicinales, farmacéuticas y agroquímicas y se sabe que también mejoran la respuesta inmunitaria [8]. Las quinonas poseen propiedades redox, está clasificada como ubiquinonas, con la coenzima Q10, la cual es considerada un potente antioxidante [20].Los glucósidos son los metabolitos secundarios de las plantas del grupo polifenólico encontrados principalmente en plantas poseedoras de diversas propiedades antiinflamatorias [8]. Los terpenoides son considerados agentes antioxidantes, por lo tanto son utilizados ampliamente en extractos para el tratamiento de diferentes patologías como arterosclerosis, procesos antiinflamatorios, anticancerígenos y para reducir los niveles de colesterol.

Actividad antimicrobiana

De las publicaciones revisadas, las plantas medicinales cuyos extractos demostraron tener actividad antimicrobiana frente a los microorganismos causantes de infecciones agudas del tracto urinario son: *Aloysia triphylla*, cuyo aceite esencial muestra una fuerte actividad antibacteriana frente

a *Escherichia coli, Klebsiella ozaenae, Enterobacter aerogenes, Proteus mirabilis, Staphylococcus aureus, Enterococcus sp.*, sin embargo, no presenta actividad contra *Pseudomona aeruginosa* [20.*; fruta de Elaeocarpus tectorius* cuyo extracto indica actividad antibacteriana frente a *Escherichia coli, Staphylococcus aureus, Pseudomonas aeruginosa y Candida albicans*, demostrando que el extracto con acetato de etilo tienen mayor potencial antimicrobiano inhibiendo dichos patógenos causantes de infecciones urinarias [8]; *Peganum harmala L*,cuyo extracto metanólico presenta actividad antibacteriana frente *Escherichia coli, Proteus mirabilis, Staphylococcus aureus y Pseudomona aeruginosa* [10]*;* tanto aceites esenciales, extractos etanólicos y extractos acuosos de *Matricaria chamomilla, Melissa officinalis y Silybum marianum*, demostraron tener actividad antibacteriana frente a *Escherichia coli*[15]*;* los extractos de *Cenchrus ciliaris y Eucomis autumnalis* , *Ranunculus multifidus* , *Vernonia adoensis*, mostraron una actividad antimicrobiana notable frente a *Pseudomona aeruginosa* , *Staphylococcus aureus, Serratia marcescens* , *Escherichia coli y Proteus mirabilis* [11]*;* los extractos de *Hydnora africana* , *Hypoxis hemerocallidea y Prunus africana* mostraron una buena actividad antibacteriana contra *Staphylococcus aureu* [17]*;* los extractos metanólicos *de Rhoicissus tridentata y Cryptocarya latifolia* demostraron una buena actividad frente a *Serratia marcescen*[11]*;* el extracto hidroalcohólico de los estigmas secos de *Zea mays L.* inhibe la adhesión de *Escherichia coli* uropatógena[12]; el extracto alcohólico de *Sambucus peruvianus* y *Lomatia ligularis* muestra cierta actividad antibacteriana frente a *Pseudomona aureginosa*; el extracto alcohólico de *Desmodium molliculum* y *Passiflora ligularis* inhiben el crecimiento de *Escherichia coli*, mientras que Urtica dioic*a y Malva silvestris no mostraron una actividad antibacteriana frente* a *Pseudomona aureginosa*[13]*; Vaccinium floribundum* Kunth. inhibe en un 100% el crecimiento de *Escherichia coli y Staphylococcus saprophyticus* [3]; el aceite foliar de *Ocotea quixos (Lam.)* Kosterm tiene una alta capacidad de inhibición en el crecimiento de las cepas tanto de bacterias *Staphylcoccus aureus* , *Escherichia coli*, como del hongo (levadura) *Candida albicans* [9]*;* el aceite esencial de *Rosmarinus officinalis L.* tuvo mayor efecto inhibidor microbiano contra *Staphylococcus aureus* , *Klebsiella pneumoniae y Proteus vulgaris* [5].

Especies	CIM (ug/ml)					
	S.aureus	*E. coli*	*P. aeruginosa*	*C. albicans*	*P. mirabilis*	*S. saprophyticus*
Aloysia triphylla	+	+	-			
Bauhinia bowkeri Harv						
Cenchrus ciliaris L.	+	+	+		+	
Desmodium molliculum		+				
Drimia elata Jacq.						
Elaeocarpus tectorius (Lour.) Poir.	+	+	+	+		
Eucomis autumnalis (Mill.) Chitt.	+	+	+		+	
Hibiscus sabdariffa						
Hydnora africana Thunb.	+					
Hypoxis hemerocallidea Fisch.	+					
Lomatia ligularis	+					
Malva silvestris			-			
Matricaria chamomilla	+					
Melissa officinalis	+					
Ocotea quixos (Lam.) Kosterm	+	+		+		
Passiflora.ligularis A.L.Juss		+				
Peganum harmala L.	+	+	+			
Prunus africana (Hook.f.) Kalkman	+					
Ranunculus multifidus Forssk.	+	+	+		+	
Rhoicissus tridentata (L.f.) Wild & R.B.Drumm.						
Rosmarinus officinalis L.	+					
Sambucus peruvianus	+					
Silybum marianum	+					
Urtica dioica			-			
Vernonia adoensis (Sch. Bip. ex Walp.) H. Rob.	+	+	+		+	
Zea mays L.		+				
Vaccinium floribundum Kunth.		+				+

(+)= Presencia de actividad antimicrobiana, (-)= Ausencia de actividad antimicrobiana.

La mayoría de plantas medicinales tienen mayor actividad antibacteriana frente a *Escherichia coli, Staphylococcus aureus, Pseudomonas aeruginosa.*

Discusión

La infección del tracto urinario es una de las infecciones más comunes en todo el mundo. *Escherichia coli, Staphylococcus aureus* son los uropatógenos predominante responsables de la mayoría de infecciones urinarias, seguidas de *Pseudomonas aeruginosa,, Candida albicans, Proteus mirabilis Klebsiella ozaenae, Enterobacter aerogenes, Enterococcus sp., Serratia marcescens , Klebsiella pneumoniae y Proteus vulgaris.*

El cambio del tratamiento de estas infecciones urinarias a la utilización de medicamentos con base en extractos vegetales de plantas se debe principalmente a que los microorganismos se han vuelto más resistentes a los antibióticos utilizados para tratar infecciones urinarias [10]. Dichos extractos naturales son obtenidos de plantas que contienen varios compuestos con polaridades variadas, demostrando que los extractos vegetales con disolventes polares son capaces de extraer la máxima cantidad de compuestos bioactivos de cada planta. La diferencia en el rendimiento del extracto depende principalmente de los fitoconstituyentes, su naturaleza de solubilidad, polaridad de los disolventes. Estos extractos naturales son sacados a partir de plantas medicinales cuyas propiedades son utilizadas para la atención primaria de la salud[8]. El uso de gayuba (*Arctostaphylos uva-ursi*) y jugo de arándano (*Vaccinium macrocarpon*) es altamente preferible para tratar infecciones del tracto urinario, se reporta en varios manuales de fitoterapia y farmacognosia, mientras que muchas plantas como *Melaleuca alternifolia* (árbol del té), *Melissa officinalis* (toronjil) y *Allium sativum*(ajo) se describen como agentes antimicrobianos contra muchos patógenos en un amplio rango espectral [10]. Por lo tanto en este estudio, las plantas *Aloysia triphylla* L'Hér., *Aster bakerianus Burtt Davy* ex C.A.Sm., *Bauhinia bowkeri* Harv, *Cenchrus ciliaris L., Cryptocarya latifolia Sond.*, *Desmodium molliculum, Drimia elata* Jacq., *Elaeocarpus tectorius* (Lour.) Poir., *Eucomis autumnalis* (Mill.) Chitt., *Hibiscus sabdariffa*, *Hydnora africana* Thunb., *Hypoxis hemerocallidea* Fisch., C.A.Mey. & Avé Lall., *Lomatia ligularis, Malva silvestris, Matricaria chamomilla*, *Melissa officinalis*, *Ocotea quixos* (Lam.)

Kosterm., *Passiflora.ligularis* A.L.Juss, *Peganum harmala* L., *Prunus africana* (Hook.f.) Kalkman, *Ranunculus multifidus* Forssk., *Rhoicissus tridentata* (L.f.) Wild & R.B.Drumm., *Rosmarinus officinalis L.*, *Sambucus peruvianus*, *Silybum marianum*, *Urtica dioica, Vernonia adoensis* (Sch. Bip. ex Walp.) H. Rob., *Vaccinium floribundum* Kunth *y Zea mays* L. demuestran resultados positivos contra los principales patógenos causantes de infecciones urinarias, para prevención y cura de infecciones del tracto urinario.

Según Muthuswamya, los extractos de frutas, hojas, corteza y tallo revelaron la alta gama de actividades como antivirales, antibacterianas, antifúngicas, efectos positivos en la respiración, sistemas cardiovasculares, sistema nervioso central, propiedades diuréticas y antiinflamatorias que resaltan aún más la importancia de la planta[24]. Lo que concuerda con nuestro estudio donde se exhibe la actividad biológica de los extractos de metanol, diclorometano, acetato de etilo, hexano, éter de petróleo y etanol de cada una de las plantas indicando propiedades antifúngicas, antibacterianas, antioxidantes y antiinflamatorias. El cribado fitoquímico del presente estudio indica que los principales componentes de los extractos vegetales de las plantas mencionadas anteriormente son: alcaloides, flavonoides, taninos, fenoles totales, saponinas, esteroides, antocianinas, quinonas, cardiotónicos, glucósidos y terpenoides, los cuales tienen actividad antimicrobiana específica frente a las ITU (Infecciones agudas del tracto urinario), los cuales según Dilas son fitoquímicos activos que brindan protección contra enfermedades cardiovasculares graves, cáncer, diabetes, hipertensión, colesterol y todas las demás afecciones médicas y son los compuestos bioactivos que contribuyen a ofrecer profundos beneficios para la salud [25]. La actividad antibacteriana del extracto vegetal de las plantas en este estudio podría estar relacionado con la mayor cantidad de flavonoides, taninos, terpenoides, esteroides y antocianinas, cuyo efecto antimicrobiano se debe a varios factores, incluida la toxicidad de estos compuestos hacia los microorganismos a través del establecimiento de enlaces de hidrógeno con las proteínas o enzimas de la pared celular, la quelación de iones metálicos, la inhibición de metabolismo bacteriano, secuestro de sustancias necesarias para el crecimiento de bacterias o inhibición de la síntesis de ADN y ARN [26].

De los resultados del presente estudio se infiere que tanto las actividades antioxidantes como antimicrobianas están relacionadas entre sí,

además se demuestra que los extractos de plantas investigados muestran una alta actividad antimicrobiana contra los uropatógenos causantes de una infección urinaria. Por lo tanto, las plantas son buenas candidatas para su uso en el tratamiento de ITU (Infecciones agudas del tracto urinario).

Conclusiones e implicaciones sociales

Finalmente, de la presente investigación se desprende que cada una de las plantas encontrada: *Aloysia triphylla* L'Hér., *Aster bakerianus Burtt Davy* ex C.A.Sm., *Bauhinia bowkeri* Harv, *Cenchrus ciliaris L., Cryptocarya latifolia Sond.*, *Desmodium molliculum, Drimia elata* Jacq., *Elaeocarpus tectorius* (Lour.) Poir., *Eucomis autumnalis* (Mill.) Chitt., *Hibiscus sabdariffa*, *Hydnora africana* Thunb., *Hypoxis hemerocallidea* Fisch., C.A.Mey. & Avé Lall., *Lomatia ligularis*, *Malva silvestris*, *Matricaria chamomilla*, *Melissa officinalis*, *Ocotea quixos* (Lam.) Kosterm., *Passiflora.ligularis* A.L.Juss, *Peganum harmala* L., *Prunus africana* (Hook.f.) Kalkman, *Ranunculus multifidus* Forssk., *Rhoicissus tridentata* (L.f.) Wild & R.B.Drumm., *Rosmarinus officinalis L.*, *Sambucus peruvianus*, *Silybum marianum*, *Urtica dioica, Vernonia adoensis* (Sch. Bip. ex Walp.) H. Rob., *Vaccinium floribundum* Kunth, *Zea mays* L.; contienen los fitoquímicos esenciales que tienen propiedades antioxidantes, y además demostraron ser una fuente potencial de fármaco antimicrobiano contra los principales patógenos urinarios causantes de infecciones agudas del tracto urinario (ITU), lo que es importante para la inhibición de organismos resistentes a antibióticos. Existe además una aceptación mundial de la medicina herbal, en donde cuyos medicamentos con base en plantas no causan efectos secundarios drásticos y también se considera que tienen un enorme potencial de nuevo prototipo de antibióticos. Sin embargo se requieren más estudios con el fin de analizar los demás microorganismos que son posibles causantes de infecciones agudas del tracto urinario, además se sugiere realizar investigaciones in vivo de cada una de las plantas para así determinar la actividad farmacológica de cada una de ellas.

Referencias

[1] Rodriguez JA. & López Anchundia YS. (2020). *Epidemiologia de las infecciones de vías urinarias por enterobacterias productoras de BLEE en mujeres embarazadas de Ecuador*. Tesis de pregrado. Ecuador: Facultad de Ciencias

de la Salud. Universidad Estatal del sur de Manabí. Disponible en: http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/2541

[2] Martínez Ortega JF. & Garcés Cruz PJ. (2018). Estudio Descriptivo: Perfil Microbiológico y Sensibilidad Antibiótica en Microorganismos Aislados en Urocultivos. Hospital Universitario del Río, Cuenca–Ecuador. *Revista médica HJCA*, 10(1):39–45. Disponible en: http://dx.doi.org/10.14410/2018.10.1.ao.06

[3] Varela Villarroel SD. & Musuña Rojas GA. (2020). *Evaluación de la eficacia antimicrobiana in vitro de cápsulas de extracto fluido de Vaccinium floribundum kunth (mortiño); en infecciones agudas del tracto urinario.* Tesis de pregrado. Ecuador: Universidad Poliécnica Salesiana. Disponible en: http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/18427

[4] Guerra D. (2018). *Resistencia bacteriana a fluoroquinolonas en pacientes de consulta externa con infecciones de tracto urinario atendidos en el Hospital Enrique Garcés en el período enero–agosto 2017.* Tesis de pregrado. Ecuador: Universidad Central del Ecuador. Disponible en: http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/16479

[5] Al Zuhairi JM. & Kashi FJ. (2020). Antioxidant, cytotoxic and antibacterial activity of *Rosmarinus officinalis* L. essential oil against bacteria isolated from urinary tract infection. *Revisa European Journal of Integrative Medicine*, 38:101192. Disponible en: https://doi.org/10.1016/j.eujim.2020.101192

[6] Garrido D., Garrido S., Gutiérrez M. et al. (2017). Caracterización clínica y resistencia antimicrobiana de *Escherichia coli* en pacientes pediátricos con infección del tracto urinario en un hospital de tercer nivel de Quito, Ecuador. *Revisa Bol. Medicina. Hosp. Infantil*, 74(4):265-271. Disponible en: https://doi.org/10.1016/j.bmhimx.2017.02.004.

[7] Jafarzadeh MM., Mehdipour MJ. & Bakhshi D. (2020). Antimicrobial activity of three plant species against multi-drug resistant E. coli causing urinary tract infection. *Revista Journal of Herbal Medicine*, 22(9):100352. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1016/j.hermed.2020.100352

[8] Manoharan AL., Thamburaj S. & Muniyandi K. (2019). Antioxidant and antimicrobial investigations of Elaeocarpus tectorius (Lour.) Poir. fruits against urinary tract infection pathogens. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 20:101260. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1016/j.bcab.2019.101260

[9] Noriega P. & Dacarro C. (2008). Aceite foliar de Ocotea quixos (Lam.) Kosterm.: actividad antimicrobiana y antifúngica. Revista La Granja, 7(1):3–8. Disponible en: https://doi.org/10.17163/lgr.n7.2008.01

[10] Fatma B. Fatiha M., Elattafia B. & Noureddine D. (2016). Phytochemical and antimicrobial study of the seeds and leaves of *Peganum harmala* L. against urinary tract infection pathogens. *Revista Asian Pacific Journal of Tropical Disease*, 6(10):822–826. Disponible en: https://doi.org/10.1016/S2222-1808(16)61139-8

[11] Baloyi IT., Cosa S. & Combrinck S. et al. (2019). Anti-quorum sensing and antimicrobial activities of South African medicinal plants against uropathogens. *Revista South African Journal of Botany*, 1228:484–491. Disponible en: https://doi.org/10.1016/j.sajb.2019.01.010

[12] Rafsanjany N., Sendker J. & Lechtenberg M. et al. (2015). Traditionally used medicinal plants against uncomplicated urinary tract infections: Are unusual, flavan-4-ol- and derhamnosylmaysin derivatives responsible for the antiadhesive activity of extracts obtained from stigmata of *Zea mays* L. against uropathogenic *E. coli* and Benzethonium chloride as frequent contaminant faking potential antibacterial activities?. *Revista Fitoterapia*, 105:246-253. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1016/j.fitote.2015.07.014

[[13] Rodríguez M., Gamarra O. & Pérez F. (2021). Tamizaje fitoquímico y actividad antibacteriana de los extractos de seis plantas medicinales usadas en Amazonas. Revista Medicina Naturalista, 15(1):32-37. Disponible en: https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7747848.pdf

[14] Santhoshkumar J., Venkat S. & Rajeshkumar S. (2017). Synthesis of zinc oxide nanoparticles using plant leaf extract against urinary tract infection pathogen. *Resource-Efficient Technologies*, 3(4):459-465. Disponible en: https://doi.org/10.1016/j.reffit.2017.05.001

[15] Rojas LB., Velasco J. & Gil Otoiza R. et al. (2010). Composición química y efecto antibacteriano del aceite esencial de *Aloysia triphylla* (L'Hér.) Britton contra patógenos genito-urinarios. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, 9(1):56–62. Disponible en: https://www.redalyc.org/pdf/856/85612108007.pdf

[16] Maroyi A. (2019). Review of medicinal uses, phytochemistry, and pharmacological properties of drimia elata. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, 12(4):37–44. Disponible en: https://doi.org/10.22159/ajpcr.2019.v12i4.30963

[17] Balogun F., Tshabalala N. & Tm Ashafa AO. (2016). Antidiabetic medicinal plants used by the Basotho tribe of Eastern Free State. *Jurnal of Diabetes Research*, Vol. 2016. Disponible en: https://doi.org/10.1155/2016/4602820

[18] Martinez M., Ocampo D., Galvis H. & Valencia A. (2011). Antibacterial activity and in vivo cytotoxicity of ethanol extracts from *Bauhinia variegata* L.

(Fabaceae). *Revista Cubana de Plantas medicinales*, 16(4):313–323. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1028-47962011000400002&script=sci_abstract&tlng=en
[19] Díaz FO., Ormaza AM. & Rojamo BA. (2018). Efecto de la Tostión del Café (*Coffea arabica* L. var. Castillo) sobre el Perfil de Taza, Contenido de Compuestos Antioxidantes y la Actividad Antioxidante. *Revista Información Tecnológica*, 29(4):31-42. Disponible en: http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642018000400031
[20] Peñarrieta JM., Tejada L., Mollinedo P. et al. (2014). Phenolic compounds in food, *Revista Boliviana de Química*, 31(2)68–81. Disponible en: http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.1.5018.1840
[21] Campos C., Hernandez Y. et al. (2019). Propiedades fitoquímicas y antibacterianas de extractos de *Tagetes erecta* L. (*Asteraceae*). *Revista Cubana de Química*, 31(1), Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-54212019000100053
[22] Valarezo S., Lucena ME. & Araujo L. (2019). *Actividad antimicrobiana de extractos de tallos y flores del Hedyosmum sp. recolectadas en el bosque Jacarón. Chimborazo. Octubre 2018- febrero 2019*. Tesis de pregrado. Ecuador: Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad Nacional de Chimborazo. Disponible en: http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/5555
[23] Alshami I. & Alharbi AE. (2014). Antimicrobial activity of *Hibiscus sabdariffa* extract against uropathogenic strains isolated from recurrent urinary tract infections. *Revista Asian Pacific Journal of Tropical Disease*, 4(4):317–322. Disponible en: https://doi.org/10.1016/S2222-1808(14)60581-8
[24] Muthuswamya RM. (2014). Pharmacognostical studies on the fruit of Elaeocarpus oblongus gaertn. *Pharmacogn. J.*, 6(3):72–78. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/264543476_Pharmacognostical_studies_on_the_fruit_of_Elaeocarpus_oblongus_Gaertn
[25] Ðilas S., Čanadanović-Brunet J. & Ćetković G. (2009). By-products of fruits processing as a source of phytochemicals. *Chem. Ind. Chem. Eng. Q.*, 15(4):191–202. Disponible en: https://doi.org/10.2298/CICEQ0904191D
[26] Bessam FZ. & Mehdadi Z. (2014). Evaluation of the antibacterial and antifungal activity of different extracts of Silybum Marianum L. *Revista Adv. Environ. Biol.*, 8(17):1-9. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/332555225_Evaluation_of_the_antibacterial_and_antifongigal_activity_of_different_extracts_of_flavonoiques_Silybum_Marianum_L

Productos naturales en Ecuador: revisión fitoquímica y análisis

Natural Products in Ecuador Phytochemical Review and Analysis

L. Gonzalez[1], L. Cárdenas[2], T. Mosquera-Tayupanta[3]

Introducción

Ecuador es considerado como uno de los países más biodiversos con un amplio conocimiento etnobotánico, existen pocos estudios e iniciativas para incentivar la producción masiva de plantas medicinales y fitomedicamentos. El potencial terapéutico de algunas especies desde el punto de vista etnobotánico ha sido ya catalogado por algunos autores, se identifican especies utilizadas dentro del saber ancestral generalmente se expenden en hierberías de mercados, alrededor 273 especies de estas 178 son nativas, 83 introducidas y 12 endémicas; la investigación realiza un análisis de 1427 productos naturales que se expenden en el Ecuador registrados en la Agencia Nacional de Regulación Control y Vigilancia Sanitaria, el análisis de los componentes de las fórmulas inscritas dan como resultado el uso de las especies utilizadas

1 Leyla Daniela Gonzalez Alarcón Carrera de Ingeniería en Biotecnología, Universidad Politécnica Salesiana.

2 Lourdes Pilar Cárdenas Vizcaíno Carrera de Ingeniería en Biotecnología, Universidad Politécnica Salesiana.

3 Tatiana Mosquera Tayupanta, Magister en Ciencias y Tecnologías Cosméticas, Doctora de Bioquímica y Farmacia, Docente Titular Auxiliar, Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador, Grupo de Investigación en Biotecnología aplicada a los Recursos Naturales (BIOARN), tmosquera@ups.edu.ec

en estos productos, se identifican 65 especies dentro de las cuales solo 13 corresponden a las utilizadas en mercados locales, 128 industrias están relacionadas con la producción, comercialización y/o distribución de los 1426 productos, de estas el 46% es parte de la industria nacional, el objetivo de este trabajo de investigación es identificar el mercado potencial de las plantas medicinales relacionadas con nuestros saberes ancestrales, mediante un análisis bibliográfico documental de información lo cual permitirá orientar futuras investigaciones futuras que demuestren actividades biológicas validación científica necesaria para elaborar un fitomedicamento.

El uso de las plantas con fines terapéuticos es una práctica de miles de años y no solo en Ecuador sino en el mundo, existe una tendencia creciente debido a su fácil acceso y existir cada vez más validación científica que corrobora su eficiencia, el presente capítulo resume un análisis de la composición de los productos naturales registrados en el país, identificando las especies utilizadas en estos productos, se realiza una breve identificación fitoquímica de estas especies, confirmando que existen estudios que han determinado las moléculas químicas a las que se les atribuye el efecto terapéutico el mismo que también ha sido estandarizado por la medicina ancestral.

La medicina popular en Ecuador, se ha enfocado en la herboristería común, es decir una medicina de hierbas, los encargados de recolectarla, venderla y conservar los conocimientos ancestrales son identificados como yerberos, la utilización de plantas medicinales se fundamenta en una experiencia tradicional, no obstante a medida que ha pasado el tiempo, esta sabiduría popular del uso de las plantas medicinales buscan un reconocimiento científico identificando activos y sus efectos farmacológicos dando lugar a la ciencia médica de la Fitoterapia ciencia que utiliza productos de origen vegetal con una finalidad terapéutica con la intención de prevenir, atenuar, o curar un estado patológico [1].

La Organización Mundial de la Salud (OMS) identifica que en los países en vías de desarrollo el 80 % de personas utilizan plantas medicinales o medicina tradicional para resolver diferentes enfermedades y dolencias. Los fitomedicamentos o fitofármacos tienen como base a estas plantas, pero a las que se les ha aplicado procesos tecnológicos estandarizados para su comercialización. En la actualidad, el mercado global de fitofármacos

gira en torno de aproximadamente 22 billones de dólares al año, y va creciendo paulatinamente [2].

El uso de las plantas medicinales se hace con base en tres elementos que resultan fundamentales como son: la efectividad, el conocimiento tradicional y las investigaciones preclínicas, en cuanto a la seguridad debe cumplir numerosas exigencias y alcanzar los aspectos esenciales con ensayos y estudios preclínicos y por último deben cumplir las normas de calidad internacional de manera que el producto llegue a la población de manera inocua; estos tres aspectos constituyen las bases científicas sobre la cual debe establecerse el uso de un producto proveniente del mundo vegetal y que se utilice para una indicación médica en un individuo [3] [4].

Realizando un análisis en varios continentes, se encuentra que, en Europa, cerca del 30 % de medicamentos son fitofármacos, el contienente Europen en los años 2008 y 2010 acumuló el 46 % del mercado mundial de fitofármacos, seguidos de Asia y Norteamérica con un 18 %, Japón un 15 % y el resto del mundo apenas superó la cifra del 3 %, por lo que en Latinoamérica es poco el mercado de la fitofarmacéutica [5].

Este fenómeno de crecimiento en la industria se debe a una mayor inversión en investigación y desarrollo de la tecnología farmacéutica en el campo de la farmacognosia, toxicología y estudios de farmacología preclínica y clínica. Esto permite que se identifique y cuantifique compuestos químicos presentes en las plantas, haciendo posible obtener fitofármacos seguros y eficaces [2].

En el país, la fitofarmacéutica se rige bajo el Acuerdo 0244 del Ministerio de Salud Pública, publicado en el Registro Oficial 385 del 26 de octubre de 2006, en donde se menciona los procedimientos y normas para el uso, preparación y comercio de plantas medicinales y sus preparaciones farmacéuticas. Sin embargo, muchos de los fitofármacos que se encuentran en el mercado ecuatoriano están relacionados con el uso de plantas foráneas cuyos principios activos y efectos farmacológicos fueron estudiados más a nivel mundial y que han sido incluidos en las farmacopeas de Europa o Estados Unidos, puesto que en el país existen pocos estudios preclínicos y clínicos [6]. La falta de investigación de especies propias o la validación científica de un uso etnobotánico, no aporta a la producción nacional, identificar las especies que se encuentran en productos naturales junto con

la información de especies que se expenden en hierberías permitirá orientar investigaciones que respalden producción nacional.

Según la información otorgada por la Promoción de Exportaciones e Inversiones del Ecuador (CORPEI): Ecuador dispone de aproximadamente 500 especies de plantas medicinales, tanto nativas como introducidas, de las cuales 228 son las más utilizadas y 125 son las más comercializadas. Se estima que la superficie cultivada con plantas aromáticas y medicinales son aproximadamente 600 hectáreas [7], la gran biodiversidad representa una oportunidad en la generación de productos naturales en nuestro País.

La biodiversidad y los recursos naturales se convierten en elementos estratégicos para el desarrollo de los países; son fuente de materias primas para la obtención de bienes necesarios para la vida humana y son determinantes para el equilibrio de los ecosistemas, porque aportan con una serie de servicios ambientales como: la descomposición de los suelos, el control de plagas, el control de la contaminación, el ciclo hidrológico, la descomposición de materia orgánica, la absorción de carbono, la mitigación de inundaciones, entre otros. A pesar de ello, en los últimos años ha existido una disminución drástica de la biodiversidad, a causa del deterioro ambiental y el cambio climático. [8] [9] [10]

Para fortalecer el acceso a mercados de los productos de la biodiversidad es importante inversión en investigación y desarrollo (I+D) para la generación de nuevos productos con mayor valor agregado; es necesario una visión de innovación que cree oportunidades de negocio, aplicando innovación a nivel tecnológico, innovación en desarrollo social, innovación en hitos; en este sentido, el Protocolo de Nagoya es vinculante y regula estas actividades. Por otra parte, existe una fuerte tendencia de los consumidores a comprar productos que respondan a principios de responsabilidad social corporativa, buscan productos naturales y sanos que sustituyan a aquellos que son elaborados con ingredientes químicos y sintéticos [11].

Métodos

Se realiza un análisis cualitativo de las bases de datos de registros emitidos en el Ecuador bajo la denominación de "Productos Naturales" registrado en la Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanita-

ria (ARCSA), en el 2020 se encuentran registrados 3618 productos, de 1427 productos se puede identificar mediante otras bases de datos composición lo que permite conocer las especies utilizadas en los productos.

El proceso general de este tipo de análisis comienza por una recopilación selectiva de los datos, seguida de una reducción para su identificación, clasificación, síntesis y agrupamiento. Una vez que la información fue recolectada y ordenada, se agruparon las especies vegetales más utilizadas para emitir las conclusiones respectivas.

Con las especies vegetales identificadas como las más utilizadas en productos naturales que se expenden en el país, se realiza una breve revisión bibliográfica que avala científicamente el uso ancestral de las plantas.

Resultados

Especies vegetales más utilizadas en productos naturales que se expenden en el país

Según la información tomada del ARCSA, considerando la muestra de 1427 productos, analizando la fórmula farmacéutica declarada, se identifican coincidencias en especies vegetales de los productos naturales, identificando que la especie que aparece como ingrediente activo en la mayoría de productos naturales es el *Aloe Vera L,* la Tabla 1, presenta el nombre de la especie y el número de productos naturales que la contienen.

Tabla 1. Especies naturales más utilizadas en productos naturales

Nombre científico	Cantidad de productos que utilizan la especie
Aloe Vera L.	75
Uncaria Tomentosa Willd.	62
Cynara Scolymus L.	61
Allium Sativum L.	53
Taraxacum Officinale W.	52
Ginkgo Biloba L.	51

Nombre científico	Cantidad de productos que utilizan la especie
Zingiber Officinale Roscoe	48
Eucaliptus Globulus L.	48
Equisetum Arvense	44
Valeriana Officinalis L.	43
Hedera Helix L.	41
Chenopodium Ambrosioides L.	39
Croton Lechleri M	39
Peumus Boldus M.	37
Allium Cepa	36
Peumus Boldus M	36
Melissa Officinalis L.	34
Panax Ginseng C.a. Meyer	34
Hypericum Perforatum	33
Matricaria Recutita	32

La Tabla 1 muestra las 20 especies que más aparecen en los productos naturales, en total de los 1427 productos existe la utilización de solo 65 especies de las cuales el 93 % son especies introducidas y tan solo un 7 % corresponde a especies propias, de esta lista representa un gran potencial de mercado propio no utilizada en elaboración de productos naturales, pero con referencia de efecto terapéutico basado en el uso ancestral.

Ecuador cuenta actualmente con una recopilación de 95 estudios etnobotánicos publicados hasta la actualidad, de estos, 32 corresponden a usos varios de especies vegetales andinas. El uso medicinal ha sido el que más estudios ha inspirado (25), 16 publicaciones se refirieren al uso comestible y cinco al maderable [12].

Rescatando algunas de las investigaciones que permiten corroborar la existencia de grupo químicos con actividad terapéutica que valida el efecto farmacológico, a continuación, se presenta una revisión fitoquímica de las especies identificadas como más utilizadas en los productos naturales registrados en Ecuador.

De las veinte especies que se presentan en la Tabla 1, se identifica claramente tanto el nombre común como el nombre científico, las partes de la planta utilizadas por la medicina ancestral en la que se han identificado los componentes químicos por los que se les puede atribuir la característica terapéutica, tanto el modo de uso como las contraindicaciones son una recopilación de la fitoterapia.

Nombre común: Aloe vera, sábila, Aloe de barbados

Nombre científico: *Aloe vera l.*
Partes utilizables: Hojas y gel
Componentes químicos: Glucosídicos de antraquinonas, resinas, polisacáridos, esteroles, saponinas y cremonas.
Propiedades de la planta: purgante, colágeno, cicatrizante, tónico, demulcente, antibacteriana, fungicida, estiptica, sedante y antihelmíntica [13].
Modo de uso: Se usa el gel como exfoliante, mascarillas para el cabello, el jugo acuoso al contacto con el aire se endurece rápidamente formando el acíbar, purgantes (mayor de 0,2 g) uso sobre llagas, quemaduras, urticarias.
Contraindicaciones: personas que sufren cuadros diarreicos o con problemas de insuficiencia renal, mujeres durante la menstruación, embarazo, hemorroides sanguinolentas. Además, entre sus efectos secundarios se encuentran: calambres a nivel abdominal, diarrea, deshidratación por exceso de excreción e irritación [14].

Nombre común: Uña de gato

Nombre científico: *Uncaria tomentosa willd.*
Partes utilizables: Raíces, cortezas, hojas y ramas jóvenes.
Componentes químicos: numerosos alcaloides, siendo estos unos compuestos básicos, nitrogenados, dos grupos de alcaloides destacan en la planta: los alcaloides indólicos (gambirtanina, dihidrogambirtanina, hirsutina) y los alcaloides oxindoles, que se dividen en tetracíclicos (rinchofilina, isorinchofilina) y pentacíclicos (mitrafilina, isomitrafilina, isopteropodina, pteropodina, uncarinas).

Propiedades de la planta: antiinflamatorio, citostáticas, antimutágenas, antivirales, inmunoestimulantes, antirradicalares y en altas dosis tiene efecto contraceptivo, diabetes, cirrosis, tumores malignos.

Modo de uso: Se usa de forma fármaco pulverizado (250-1.00mg cada 24h), infusiones (60ml cada 24h) y decocciones (30 g en 500ml de agua), se recomienda después de las comidas.

Contraindicaciones: Úlceras péptica, gastritis, embarazo, lactancia [15].

Nombre común: Alcachofera, alcachofa, alcacil.

Nombre científico*: Cynara scolymus l.*

Partes utilizables: Hojas basales de primeros años.

Componentes químicos: Lactonas sesquiterpénicas, ácidos derivados del ácido cinámico, flavonoides, aceites esenciales, triterpenos, taninos, polisacáridos homogéneos como la inulina, polisacáridos como los mucilagos, esteroides, ácidos orgánicos como málico, láctico y fumárico, minerales como potasio, magnesio, hierro y fósforo [16].

Propiedades de la planta: Depurativa, anti-grasa, acción colerética, hepatoprotectora, digestiva, mejor funcionamiento del hígado y la vesícula.

Modo de uso: En infusión de las hojas jóvenes, extracto de alcachofa para inhibir la forma indirecta de la hidroximetil-glutarin-coenzima A-reductasa.

Contraindicaciones: Niños ya que presentan principios amargos, mujeres en periodo menopáusico, embarazadas o en lactancias, litiasis biliar u obstrucción de los conductos biliares [17].

Nombre común: Ajo

Nombre científico: *Allium sativum l.*

Partes utilizables: bulbo o cabeza

Componentes químicos: Sulfóxido, polisacáridos homogéneos, saponinas triterpénicas, sales minerales, adenosina, aminoácidos, minerales, vitaminas (A, B1, B3, B6, C), ácido fólico, ácido pantoténico y niacina, componentes azufrados como alicina, alil metano, tiosulfato.

Propiedades de la planta: antibiótico, anti fúngico, reduce colesterol malo, presión sanguínea, antioxidantes, antitóxico [18].

Modo de uso: Infusión o pócima para los dolores reumáticos, los gusanos intestinales, la fiebre, la tensión alta y los catarros bronquiales. Externamente se usa picado para las neuralgias o bien como cataplasma para combatir las verrugas y los callos. Contraindicaciones: Personas a quienes produce irritación de estómago o alergia, pero se advierte que puede contrarrestar el efecto de medicamentos para la circulación sanguínea, personas hipersensibles, trastornos de coagulación, embarazo y lactancias [19].

Nombre común: Diente de león, achicoria amarga

Nombre científico: *Taraxacum officinale w.*
Partes utilizables: Hojas y raíces
Componentes químicos: Aceite esencial, alcaloides (taxarina) asparagina, tanino, vitamina A, B, C y K, inulina, colina, levulina, sacarosa, taraxecina, gluten, saponinas, ácido fólico, calcio, hierro, potasio, fósforo.
Propiedades de la planta: Colagoga, depurativa, diurética, aperitiva, tónico digestivo, laxante suave, dérmica, eupéptico, hipocolesterolemia, antihemorroidal, hemostática, hipoglucémica, terapia biliar, colerético, estimulante del apetito [20].
Modo de uso: Decocción, extracto fluido (1:1), tintura (1:10), extracto seco (5:1), jugo fresco de raíz.
Contraindicaciones: No administrar a personas con piedras al riñón o a la vesícula, ni tampoco con acidez al estómago o úlceras, ni a embarazadas, obstrucción de las vías biliares [21].

Nombre común: Ginkgo

Nombre científico: *Ginkgo biloba l.*
Partes utilizables: Hojas y semillas
Componentes químicos: Glucósidos flavonoides, quercetina, y canferol, polifenoles.
Propiedades de la planta: Aumenta actividad circulatoria, antiagregante, antioxidante, anti estresante, neuroprotector, disminuye síntesis esteroides, antioxidante y antiinflamatorio.
Modo de uso: Cápsulas, extractos, polvos.

Contraindicaciones: pacientes hipersensibles, alteración en la coagulación, pacientes elípticos [22].

Nombre común: Jengibre

Nombre científico: *Zingiber officinale roscoe*
Partes utilizables: Rizoma
Componentes químicos: ácidos: alfalinilénico, linoleico, ascórbico, aspártico, cáprico, caprilico, gadoléico, mirístico, oleico, oxálico (raíz). shoagoles (raíz), gingerol (raíz), fibra (raíz), aceite esencial, resina [23].
Propiedades de la planta: Náuseas, sistema digestivo, antiinflamatorio natural, afecciones de garganta, ayuda a aumentar el calor corporal, acelera el metabolismo, aumenta la libido, previene enfermedades cardíacas, sistema respiratorio, sistema nervioso.
Modo de uso: Polvo (1-9g diario), decocción al 10 % (100 g/L), tintura (20-30 gotas), tintura madre (30 gotas) y extracto fluido (10-100 gotas por dosis)
Contraindicaciones: Personas con diabetes, bajo peso, hemofilia, problemas de hipertensión, durante el embarazo y personas con bloqueantes de canales de calcio [24].

Nombre común; Eucalipto

Nombre científico: *Eucaliptus globulus l.*
Partes utilizables: Hojas adultas largas
Componentes químicos: eucalipto 1 o 1,8-cineol, β-cimeno, D-limoneno, α-pineno, α-terpineol
Propiedades de la planta: Antiséptica, expectorante, febrífuga, hipoglucemiante
Modo de uso: Infusiones, tinturas y vapores
Contraindicaciones: No administrar durante embarazo y lactancia, ni a niños menores de 2 años. Puede disminuir los efectos de fenobarbital, sedantes, antiepilépticos y analgésicos, No debe ser usado en dosis altas por personas con presión sanguínea baja [25].

Nombre común: Cola de caballo

Nombre científico: *Equisetum arvense*
Partes utilizables: Tallos y hojas
Componentes químicos: Abundantes sales minerales, especialmente silícicas, esteroles, ácido cafeico Abundantes flavonoides [26].
Propiedades de la planta: Astringente, diurética, antihemorrágica, purificadora de la sangre, regeneradora de las células muertas, cicatrizante, edemas postraumáticos y estáticos, tratamiento de la obesidad, afecciones inflamatorias y bacterianas del aparato urinario.
Modo de uso: Zumo, infusión, decocción
Contraindicaciones: No se recomienda en el embarazo y lactancia [27].

Nombre común: Valeriana

Nombre científico: *Valeriana officinalis l.*
Partes utilizables: Rizomas, raíces, estolones.
Componentes químicos: Glúcidos, almidón, ácidos grasos, ácidos fenólicos, GABA, glutamina y arginina, trazas de alcaloides, resina, flavonoides, ésteres, triterpenos y aceite esencial
Propiedades de la planta: Sedante e hipnótica, para la ansiedad, trastornos de sueño y estrés
Modo de uso: Polvos, extractos, infusión en adultos de 2-3 g o 1-3 ml de tinturas.
Contraindicaciones: Combinar con otros antidepresivos, antiepilépticos y somníferos, en embarazo, lactancias y para niños [28].

Nombre común: Hiedra

Nombre científico: *Hedera helix l*
Partes utilizables: Hojas, tallos y resina
Componentes químicos: Flavonoides saponinas, ácidos polifenólicos, alcaloides, poliacetilenos, sesquiterpenos, gomorresina, cetonas, saponinas, aceites esenciales
Propiedades de la planta: Anticelulíticas, antimicrobiana, hepatoprotectora, antiinflamatorias, purificantes, enfermedad bronquial.

Modo de uso: Con base en extracto de hiedra pueden encontrarse en forma líquida (jarabes) o sólida para su administración oral, decocción.

Contraindicaciones: Embarazo, contracciones uterinas, aborto, lactancia e hipertiroidismo y en menores de 2 años [29].

Nombre común: Paico

Nombre científico: *Chenopodium ambrosioides l.*

Partes utilizables: Hojas y frutos

Componentes químicos: Aceite esencial, ascaridol en un 60-80 %, compuestos hidrocarbonados como el p-cimeno, l-limoneno, d-alcanfor y cineol.

Propiedades de la planta: Antiespasmódico, vermífugo, emenagogo, afecciones gastrointestinales como diarrea, empacho, dolor de estómago, indigestión, estreñimiento, cólicos intestinales.

Modo de uso: La infusión, decocción.

Contraindicaciones: No administrar durante embarazo y lactancia, evitar tratamientos prolongados [30].

Nombre común: Sangre de drago

Nombre científico: *Croton lechleri m*

Componentes químicos: Alcaloide denominado tapsina y sustancias como: piridona, aporfína, quinoleína y el principio SP-303 que es una sustancia proantocianidina oligomérica de acción antiviral.

Propiedades de la planta: Regenerador de tejidos, rejuvenecedor, protector de células, antiinflamatorio, desinfectante

Modo de uso: Infusiones

Contraindicaciones: Embarazo, la lactancia y en niños menores de 12 años [31].

Nombre común: Boldo, peta, boldu

Nombre científico: *Peumus boldus m.*

Partes utilizables: Hojas y frutos

Componentes químicos: Aceites esenciales (eucaliptol y ascaridol); también contiene flavonoides y taninos. Además, contiene cumarina y distintas sales minerales y resinas

Propiedades de la planta: antiinflamatorio, carminativo y colagogo, depurativo, diurético, estimula la secreción biliar, estimulante digestivo y laxante suave, protector hepático, sedante nervioso [32].

Modo de uso: cataplasmas y baños (para neuralgias y dolores reumáticos), en infusión (como estimulante, digestivo y sedante nervioso)

Contraindicaciones: Embarazo y lactancia, también es contraindicado en niños y en personas con problemas de alcoholismo debido a que sus aceites esenciales se extraen en sustancias alcohólicas [33].

Nombre común: Cebolla

Nombre científico: *Allium cepa*

Partes utilizables: bulbo

Componentes químicos: Nutrientes y propiedades, como: vitamina A, B, C y E, azufre, fibra, potasio, calcio, fósforo, cobre, silicio, zinc, magnesio, cromo rico en flavonoides.

Propiedades de la planta: Diurética, mejora la circulación, bactericida y expectorante, digestiva y depurativa, rinitis, neuralgias faciales, anginas y faringitis, dolores de oído, rinitis, resfriados y enfermedades infecciosas.

Modo de uso: zumos

Contraindicaciones: Personas con problemas de presión arterial, problemas butaneros o acidez estomacal [34].

Nombre común: Toronjil

Nombre científico: *Melissa officinalis l.*

Partes utilizables: Las hojas y las sumidades floridas.

Componentes químicos: Aldehídos y alcoholes sesquiterpénicos: citral a y b, citronelal, geraniol y linalol. Además, se encuentran taninos, ácidos triterpénicos, marrubina y saponinas, compuestos amargos y flavonoides.

Propiedades de la planta: Diuréticas, digestiva, antiinflamatoria, analgésica, calmantes, sedativas, antiespasmódicas, carminativa, antiviral, antioxidante, descongestionante y expectorantes.

Modo de uso: Infusiones, decocciones.
Contraindicaciones: Personas con medicamentos sedantes [35].

Nombre común: Ginseng

Nombre científico: *Panax ginseng c.A. Meyer*
Partes utilizables: Raíz
Componentes químicos: Saponinas triterpénicas en una proporción del 2 al 3 %. También aceites esenciales, glúcidos, oligoelementos, vitaminas B y C, ácidos orgánicos, aminoácidos, mucílago, etc.
Propiedades de la planta: Problemas cardíacos, la diabetes, el trastorno por déficit de atención con hiperactividad, fortalecer la memoria y el sistema inmunitario, mejorar el rendimiento, prevención del cáncer.
Modo de uso: Maceración, tinturas, extractos fluidos e infusiones.
Contraindicaciones: Personas con medicamentos sedantes, niños y mujeres embarazadas[36].

Nombre común: Hipérico, Hierba de San Juan.

Nombre científico: *Hypericum perforatum*
Partes utilizables: Sumidades florales
Componentes químicos: Derivados diantrónicos, naftodiantronas, hipericina, pseudohipericina, protohipericina, derivados floroglucínicos: hiperforina, adhiperforina, flavonoides, Aceites esenciales, triterpenos.
Propiedades de la planta: Calmante, antidepresivo y contra la apatía, digestivo, antiséptico, balsámico, vulnerario, asma, afecciones bronquiales; antiinflamatorio, artritis, reuma, ciática, insuficiencias circulatorias, usos tópicos, afecciones ginecológicas.
Modo de uso: Maceración vía tópica.
Contraindicaciones: Personas que consumen anticonceptivos, anticoagulantes, medicamentos para el corazón, embarazo y lactancia [37].

Nombre común: Manzanilla

Nombre científico: *Matricaria recutita*
Partes utilizables: Cabezuelas florales

Componentes químicos: Aceite esencial, éteres y alcoholes de distinta naturaleza, heterósidos, flavónicos y cumarínicos, pequeñas concentraciones de mucílagos, taninos, ácidos orgánicos y salicílicos, vitamina C.

Propiedades de la planta: antibacteriana y antiséptica- desinfectante (en inflamaciones de vías urinarias), antiespasmódica (medicina infantil), antiinflamatoria (medicina infantil), carminativa, diurética suave, estimulante del metabolismo de la piel, febrífuga, sedante (para tratar el insomnio), vulneraria

Modo de uso: aceite, baños calientes, compresas, gargarismos, infusiones, inhalaciones

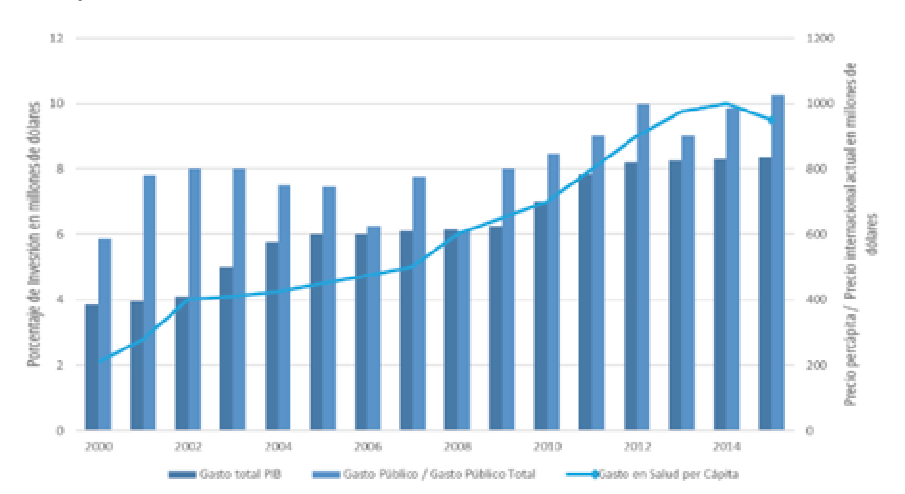
Contraindicaciones: No presenta efectos secundarios adversos, pero puede presentar reacciones alérgicas [38].

Análisis del los fitofármacos en el mercado

Teniendo en cuenta que el mercado farmacéutico es el más importante, siendo una industria que estima solo en prescripción de medicamentos alrededor de 317 mil millones de dólares anuales de tal manera que el crecimiento acelerado del mercado farmacéutico no se detiene [39], además en Ecuador el 2017 fue considerado un "buen año" para la mayor parte de la industria farmacéutica. El crecimiento del precio promedio de medicinas alcanza USD 6.58 y es sostenido desde 2012, donde 7075 farmacias se disputan 1469 millones de dólares y 220 millones de unidades; esto refleja un grave problema de concentración oligopólica, lo cual se debe a su incapacidad para vender recetas completas y vendiendo al detalle productos de más bajo costo [40].

En el Ecuador, el 80 % de las medicinas que se consume es importado, mientras que el porcentaje restante es de producción nacional. Esta diferencia, a favor de los productos foráneos, también se evidencia en los volúmenes de venta, pues de los 1500 millones de dólares que mueve el sector farmacéutico, 1000 millones corresponde a medicina importada. Por otra parte, el abastecimiento de farmoquímicos en el país proviene de la China e India, por lo tanto, una de las estrategias que se encuentran promoviendo es desarrollar programas, proyectos y estrategias, para que el país no solo produzca fármacos genéricos, sino que también desarrolle moléculas nuevas con efecto terapéutico [41].

Figura 1. Evolución Gasto en Salud (Gasto en Salud) Ecuador [42]



Actualmente, el acceso a los servicios del sistema de salud del Ecuador se caracteriza por estar segmentado: por un lado, se encuentran las personas con mayores niveles de ingresos y educación, que tienen mayor posibilidad de acceder a instituciones de salud privadas 25-30 % de la población ecuatoriana) [43], es por ello que una gran parte del presupuesto general del Estado es destinado a la Salud y su financiamiento público, este será oportuno, regular y suficiente, y deberá provenir de fuentes permanentes asignadas por el Estado, distribuidos con base en criterios de población y en las necesidades de salud [44].

En varios países latinoamericanos, los gastos anuales en medicamentos equivalen a más de un 20 % de todos los gastos en salud realizados por el sector público, por los agentes privados y por las familias, de esta manera las ganancias anuales de las empresas productoras y comercializadoras de medicamentos en muchos países de la región se estiman superiores al 1 % del Producto Interno Bruto [45]. Partiendo de esto se conocen cinco grupos comercializadores más grandes de medicinas que representan 86 % del mercado y los 20 primeros constituyen el 99 %. Lo crítico de esta situación es que solamente 1970 puntos de venta expenden el 80 % de todo el valor del mercado. Las farmacias significan 72,35 % del mercado privado de medicinas, las

instituciones públicas ocupan un importante 20,24 %, mientras que las instituciones privadas son solo el 3.80 % y los otros actores son el 3,21 % [46] [47] [48]. Al mismo tiempo, existe poca inversión en investigación y desarrollo, esto genera una gran desventaja respecto a los países desarrollados; aunque aumente el porcentaje del Producto Interno Bruto (PIB) que se destine a ese rubro, que pasó del 0,57 % al 0,8 %, sigue siendo menor al 2,5 %-2,8 % que se invierte en los países miembros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE). Esto repercute en la baja inversión en salud, ya que algunos países de Latinoamérica destinan menos del 6 % del PIB [49]. En casos como Ecuador se conoce que el Estado reconoce el 20 % de utilidad a la fabricación o importación de los medicamentos, el 20 % a la farmacia si expende productos de marca y el 25 % si vende productos genéricos [50].

En América Latina, los medicamentos de venta bajo prescripción médica equivalen cerca de 70 % de la oferta total, siendo el resto de venta libre. Esto se diferencia del 18 % correspondiente a la venta libre a nivel mundial, 12 % en Estados Unidos y Canadá, 19 % en Europa mientras que en Ecuador del total de medicamentos registrados (13 451), 13,6 % son considerados como medicamentos de venta libre y 86,4 % se venden bajo prescripción médica [51], teniendo en cuenta que la industria farmacéutica es muy conservadora y normalmente adversa al riesgo, por lo cual ha debido enfrentar en este periodo algunos retos, que han sido gestionados con singular éxito, en base a estos datos se utilizó hábilmente el incremento de precios de los productos liberados y evitó la fijación de precios en las fórmulas infantiles. Tuvo que poner en práctica el cambio de empaques de acuerdo al Decreto 522 para la impresión de "Medicamento Genérico" y "Medicamento de Referencia" para los productos que perdieron su patente, pero los productos de marca no sufrieron un cambio considerable. Por otra parte, no hubo la eliminación del seguimiento prescriptivo de los médicos privados que sostiene un mercado farmacéutico orientado a medicinas de marca [52].

En este sentido, las imperfecciones de los mercados, y el poder oligopólico de las transnacionales en América Latina, han sido atenuantes a la situación actual de los laboratorios locales en cuanto a la manufactura de productos farmacéuticos [53]. En cuanto al número de fármacos que se comercializan, se ha podido notar que, aunque los principios activos son los mismos, el grado de diferenciación de los productos en los países industrializados es muy alto, 20 000 items frente a 10 000 en los países en vías de de-

sarrollo [54]. Asimismo, la importación de medicina es necesaria y ahora los laboratorios latinoamericanos con 31 % y los europeos con 34 % son los orígenes más importantes. Es así cómo Roemmers es el más grande laboratorio en ventas en el país. Pero no hay mucho interés en invertir en este mercado muy regulado y cambiante, es por eso que no se ofrecen nuevas moléculas, siendo la participación de nuevos productos únicamente del 3 % [55]. Es también cierto que la industria farmacéutica está sometida a los imperativos del mercado, quien además pone en evidencia la reprochable falta de interés de los países desarrollados por ocuparse de las enfermedades olvidadas eso queda demostrado en un grupo de trescientos treinta y seis nuevos medicamentos aprobados entre los años 2000 a 2011 únicamente cuatro estaban dirigidos al tratamiento de las enfermedades olvidadas: tres de ellos para la malaria y el cuarto para las enfermedades diarreicas [56].

Los fitofármacos constituyen una terapia que cuando se realiza sobre bases científicas y técnicas, se convierten en una alternativa necesaria en nuestro país [55], además de las novedosas y avanzadas terapias no se ofrecen en nuestro mercado, modalidades como la terapia genética, la terapia celular y los conjugados terapéuticos de anticuerpos que son la fuente de nuevas drogas a nivel mundial, están ausentes en Ecuador y ese es un verdadero reto para la industria local e internacional [57][58]. Pero sobre todo la elaboración y producción de los fitofármacos es una actividad que involucra y compromete en forma conjunta, las diferentes instituciones gubernamentales, no gubernamentales, ya a la comunidad en general, por un sistema complementario de salud basado en productos de calidad, a costos accesibles que aprovechen nuestros recursos vegetales reduciendo la dependencia de insumos importados [59], teniendo en cuenta que actualmente el mercado global de fitofármacos gira en torno de aproximadamente 22 billones de dólares al año [1] y va creciendo paulatinamente ya que la comercialización de fitofármacos y productos naturales con fines medicinales generan alternativas de tratamiento de bajo costo, lo que se reconoce en el aumento significativo de la demanda mundial por este tipo de productos [60].

Discusión

Del análisis realizado de los productos naturales, al ser Ecuador un país megadiverso, el uso de especies utilizadas no es representativo, de los 1426 pro-

ductos revisados, solo 46 % corresponde a productos nacionales y de las especies identificadas alrededor de 273 especies, solo 178 son nativas, 83 son introducidas y 12 son endémicas, estos resultados reflejan que existe un porcentaje bajo de especies utilizadas, es necesario mayor investigación de especies nativas que refuercen un creciente mercado en este tipo de productos.

Conclusiones e implicaciones sociales

El conocimiento de las especies vegetales que son ingredientes principales de los productos naturales, no solo dan seguridad a la efectividad del producto, sino también permite conocer que existen contraindicaciones y desmititificar que el carácter natural no está relacionada con inocuidad, se identifican contraindicaciones que deben tenerse en consideración al utilizarlos. La información bibliográfica revisada evidencia un reto para la investigación, si bien es cierto se identifican grupos químicos con actividad farmacológico es necesario la identificación de dosis, que garanticen que el efecto terapéutico esté lejos de un efecto tóxico.

Referencias

[1] Mena Torres, AV. (2015). Producción radiofónica sobre medicina ancestral para radio mensaje (10 radio-dramas). Tesis de grado. Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana. Disponible en: http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/9529

[2] Yunes R., Curi Pedrosa R. & Cechinel Filho V. (2001). Fármacos e fitoterápicos: A necesssidade do desenvolvimento da indústria de fitoterápicos e fitofármacos no Brasil. *Química Nova*, 24(1):147-152. Disponible en: https://doi.org/10.1590/S0100-40422001000100025

[3] Bendezú-Quispe G., Torres-Romucho C., Acevedo-Villar T., et al. (2015). Investigación sobre plantas medicinales realizada por estudiantes de medicina en Perú. Revista de Fitoterapia, 15(2):165–166. Disponible en: https://www.fitoterapia.net/php/descargar_documento.php?id=6646&doc_r=sn&num_volumen=38&secc_volumen=6677

[4] Hernández Rodríguez A. (2005). Fitoterapia. Bases científicas y legales para su aplicación. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, 4(4):71–74. Disponible en: https://www.redalyc.org/pdf/856/85640404.pdf

[5] Cea de Amaya R. (2013). Fitofármacos. *Célula Química y Farmacia.* Dirección de Innovación y Calidad. El Salvador: Ministerio de Economía.

[6] Dehesa González M. (2009). La legislación vigente en Ecuador para la fabricación, uso, comercialización de plantas medicinales y fitomedicamentos. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales*, 8(1):52-57. Disponible en: https://www.imbiomed.com.mx/articulo.php?id=61078

[7] Almeida M. (2011). Sector de Hierbas Aromáticas y Certificación del Sistema de Gestión de Inocuidad Alimentaria ISO 22000. *Revista EIDOS* 4:5-12. Disponible en: https://doi.org/10.29019/eidos.v0i4.74

[8] ONU. (2016). Development and Globalization Facts and Figures. En: *Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo.* Ginebra. Disponible en: https://unctad.org/es/node/27515

[9] PROMPERÚ (2014). *Sistematización del Proyecto Biocomercio Andino Perú.* Perú: Comisión de Promoción del Perú para la Exportación y el Turismo – PROMPERÚ. Disponible en: https://repositorio.promperu.gob.pe/handle/123456789/3215

[10] CAF, SGCAN, & UNCTAD. (2005). *Biocomercio en la subregión andina. Oportunidades para el desarrollo.* CAF. Disponible en: http://scioteca.caf.com/handle/123456789/661

[11] Del Rio Maria Luisa. (2015). Biocomercio en el ámbito de la CDB y en el contexto de los procesos de negociación internacional. En Mirando al Futuro sobre la Base de cuatro años de aprendizaje y éxitos Proyecto Biocomercio GEF–CAF–PNUMA. Disponible en: https://www.youtube.com/watch?v=wBq1QWygSvI

[12] Cea de Amaya R. (2013). Fitofármacos. Célula Química y Farmacia. Dirección de Innovación y Calidad. El Salvador: Ministerio de Economía.

[13] Klein AD. & Penneys NS. (1988). Sábila (Aloe vera). *Journal of the American Academy of Dermatology*, 18(4):714–720. Disponible en: https://doi.org/10.1016/S0190-9622(88)70095-X

[14] Domínguez-Fernández RN., Arzate-Vázquez I., Chanona-Pérez J. et al. (2012). El gel de Aloe vera: estructura, composición química, procesamiento, actividad biológica e importancia en la industria farmacéutica y alimentaria. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 11(1):23–43. Disponible en: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=62024415003

[15] López-Luengo MT. (2006). Uña de gato. *Offarm:* Ámbi*to Farmacéutico. Fitoterapia*, 25(10):104–108. Disponible en: https://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-articulo-una-gato-13095508

[16] Esteva-Espinosa E. (2003). Uso farmacéutico de las hojas de alcachofa. *Offarm: Farmacia y Sociedad*, 22(9):138–140. Disponible en: https://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-articulo-uso-farmaceutico-hojas-alcachofa-13053415
[17] Andújar M., Plana V., Martínez F. & López A. (2006). Alcachofa: nutrición y salud. En *Programa de Innovación Tecnológica: Horticultura*, No 20. Comunidad Autónoma de la Región de Murcia. España.
[18] González MM., Guerra IG., Maza JC. & Cruz DA. (2014). Bibliografic review about the therapeutic use of garlic. *Revista Cubana de Medicina Física y Rehabilitación*, 6(1):61–71. Disponible en: https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumenI.cgi?IDARTICULO=53884
[19] Ramírez H., Castro L. & Martínez E. (2016). Efectos terapéuticos del ajo (Allium Sativum). *Salud y Administración*, 3(8):39–47. Disponible en: https://revista.unsis.edu.mx/index.php/saludyadmon/article/view/45
[20] Gimeno-Gasca JM. (2000). Diente de León (*Taraxacum officinale Weber*). *Medicina Naturista*, 1:20-23. Disponible en: https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/202438.pdf
[21] Carretero Accame ME. (2012). Plantas medicinales en el tratamiento de Alteraciones Hepatobiliares (y VII): Diente de León. *Rev Panorama actual del medicamento*, 36(351):217-221. Disponible en: https://studylib.es/doc/4927257/diente-de-le%C3%B3n
[22] Pascual-Mathey L., Juárez-Aguilar E. et al. (2018). Usos terapéuticos del Ginkgo biloba: ventajas, desventajas y perspectivas. *Rev Méd UV*, 18(2):67–83. Disponible en: https://www.medigraphic.com/pdfs/veracruzana/muv-2018/muv182f.pdf
[23] Siedentopp U. (2008). El jengibre. Rev Int Acupuntura, 2: 188–192. Disponible en: https://www.elsevier.es/es-revista-revista-internacional-acupuntura-279-pdf-13125914#:~:text=10.1016/j.dza.2008.01.009
[24] Salgado F. (2011). El jengibre (*Zingiber officinale*). *Revista Internacional de Acupuntura*, 5(4):167-173. Disponible en: https://www.elsevier.es/es-revista-revista-internacional-acupuntura-279-pdf-X1887836911933730
[25] Nolazco-Cama D., Villanueva-Quejia E. et al. (2020). Extracción y caracterización química del aceite esencial de Eucalipto obtenido por microondas y ultrasonido. *Rev. Investig. Altoandin*, 22(3):274–284. Disponible en: http://dx.doi.org/10.18271/ria.2020.661.
[26] Villar del Fresno AM. & Iglesias Peinado I. (2006). Equiseto. Farmacología y farmacoterapia. Farmacia Espacio de Salud, 20(2):74-77. Disponible en: https://www.elsevier.es/es-revista-farmacia-profesional-3-pdf-13084624

[27] Campos-Fernandez EJ. (2017). *Uso terapéutico de la cola de caballo (Equisetum arvense) en pobladores de la ampliacion Victor Raúl Haya de la Torre. La Victoria-Chiclayo, setiembre 2014-agosto 2015.* Tesis de grado Quimico Farmaceutico. Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote. Disponible en: http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/123456789/1525

[28] Villar del Fresno A. & Carretero Accame ME. (2001). *Valeriana officinalis.* Fitoquímica, farmacología y terapéutica. *Farmacia Profesional*, 15(9):98-106. Disponible en: https://www.elsevier.es/es-revista-farmacia-profesional-3-pdf-13019927

[29] Vibrans H. (eds.) (2020). *Hedera helix L. Hiedra.* Chile: Instituto de Salud Pública de Chile. pp. 1-10. http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/araliaceae/hedera-helix/fichas/ficha.htm

[30] Ministerio de Salud de Chile. (2011). Paico Hábito Natural. En *MHT Medicamentos Herbarios Tradicionales: 103 Especies Vegetales.* PROTEGE Red de Protección Social. Chile: Ministerio de Salud, pp.137–138. Disponible en: https://www.minsal.cl/wp-content/uploads/2018/02/Libro-MHT-2010.pdf

[31] Pieters L. (1998). *La "sangre de drago" una droga tradicional de Sudamérica. Constituyentes biológicamente activos.* Colecc. Hombre y Ambiente No 47-48. Ecuador: Editorial Abya-Yala.

[32] Villar del Fresno A. & Gómez-Serranillos P. (2006). Boldo, indicaciones terapéuticas. *Farmacia Profesional*, 20(4):74-78. Disponible en: https://www.elsevier.es/es-revista-farmacia-profesional-3-pdf-13087207

[33] Tacón A. (2017). Boldo (*Peumus boldus Mol.*). En Buenas prácticas de recolección sustentable para productos forestales no madereros. Serie Cuadernos para la Innovación FIA. Chile: Fundación para la Innovación Agraria (FIA). Disponible en: https://1library.co/document/zp74l3rz-boldo-peumus-boldus-mol.html

[34] Vallejo Villalobos JR., Pacheco DP. & Carrasco Ramos MC. (2008). Las especies del género "Allium" con interés medicinal en Extremadura. Medicina Naturista, 2(1):3–8. Disponible en: https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/2518664.pdf

[35] Cruz Suárez J. (2007). Toronjil. Hábito natural. En *Más de 100 Plantas Medicinales en Medicina Popular Canaria.* Las Palmas: Obra Social de La Caja de Canarias. Disponible em: http://www.agaetespacioweb.com/TORONJIL - MELISA.pdf

[36] Homeovita. (s.f.). *Ginseng.* Disponible en: http://www.homeovita.com.uy/fichas/ginseng.pdf

[37] Villar del Fresno AM. & Carretero Accame ME. (2003). Hipérico. Revisión. *Farmacia Profesional*, 17(5):76-80. Disponible en: https://www.elsevier.es/es-revista-farmacia-profesional-3-pdf-13047980

[38] Ministerio de Salud de Chile. (2011). Manzanilla (*Matricaria recutita* L.). En *MHT Medicamentos Herbarios Tradicionales: 103 Especies Vegetales*. PROTEGE Red de Protección Social. Chile: Ministerio de Salud, pp.107–108. Disponible en: https://www.minsal.cl/wp-content/uploads/2018/02/Libro-MHT-2010.pdf

[39] Leal-Alanis JL. (2002). Análisis del mercado farmacéutico en México. Tesis de Maestría Administración de empresas: Mercadotecnia. México: Universidad Autonoma de Nuevo León. Disponible en: http://eprints.uanl.mx/1120/1/1020148151.PDF

[40] Vicepresidencia de la República del Ecuador. (2014). *Informe de Rendición de Cuentas a la Ciudadanía*. Ecuador: ENFARMA.

[41] Toral-Tinitana R., Gallardo N., Pasaca-Mora M. & Cevallos-Cueva CE. (2019). La gestión del entorno comercial y su relación con la calidad del servicio al cliente en el mercado farmacéutico, Loja-Ecuador. *Dominio de las Ciencias*, 5(1):136–159. Disponible en: http://dx.doi.org/10.23857/dc.v5i1.853

[42] Institutito Ecuatoriano de Estadísticas y Censos. (2014). *Visualizador de Estadísticas Productivas. Nota Técnica*. Boletín. Ecuador: INEC. Disponible en: https://produccion.ecuadorencifras.gob.ec/QvAJAXZfc/opendoc.htm?document=empresas_test.qvw&host=QVS%40virtualqv&anonymous=true

[43] Cisneros-Garzón BA. (2013). *Análisis y evolución de la inversión en el sector salud, en el Ecuador, en el período comprendido entre el año 2002 y el año 2010*. Ecuador: PUCE. Disponible en: http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/6270

[44] Lucio R., Villacrés N. & Henríquez R. (2011). The health system of Ecuador. *Salud Publica de México*, 53(2):s177–87. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0036-36342011000800013&script=sci_abstract&tlng=en

[45] García-Milián AJ., Alonso-Carbonell L. et al. (2012). Segmentación del mercado farmacéutico consumidor de medicamentos en Cuba. *Salud en Tabasco*, 18(1):8–13. Disponible en: https://www.redalyc.org/pdf/487/48724427003.pdf

[46] Servicio Nacional de Derechos Intelectuales. (2014). *Licencias Obligatorias, mayor acceso a medicaciones en el Ecuador*. Noticas. Ecuador: SENADI. Disponible en: https://www.derechosintelectuales.gob.ec/licencias-obligatorias-mayor-acceso-a-medicamentos-en-el-ecuador/

[47] NU CEPAL. (2010). *Regulación y competencia en el mercado de medicamentos: experiencias relevantes para América Latina*. México: CEPAL.

[48] Peña-Sornoza SB. (2020). La efectividad de las Tic's como herramienta de apoyo para el sector microempresarial farmacéutico de la ciudad de Jipijapa. Tesis Carrera de Gestión Empresarial, Facultad de Ciencias Economicas. Ecuador: UNESUM. Disponible en: http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/2614

[49] Jiménez-Herrera L. (2019). El acceso a medicamentos en Latinoamérica, una mirada al caso de Costa Rica. *Revista Cubana de Salud Pública*, 45(4):e1635. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0864-34662019000400008

[50] Artieda CH. (2015). Análisis de la Política de Control Estatal de Precios, en la Gestión Estratégica de las Pymes Farmacéuticas del Ecuador. *Revista Politecnica*, 36(1):101. Disponible en: https://revistapolitecnica.epn.edu.ec/ojs2/index.php/revista_politecnica2/article/view/442

[51] Ortiz-Prado E., Galarza C. et al. (2014). Acceso a medicamentos y situación del mercado farmacéutico en Ecuador. *Rev Panam Salud Publica*, 36(1):57–62. Disponible en: https://www.paho.org/journal/sites/default/files/14--OPIN--Ortiz-Prado--57-62.pdf

[52] International Federation of Pharmaceutica. (2014). The Pharmaceutical Industry and Global Health. Facts and Figures. Suiza: IFPMA. Disponible en: https://www.ifpma.org/resource-centre/facts-and-figures-2014-the-pharmaceutical-industry-and-global-health/

[53] Vite-Vera F.† & Párraga-Fernández J. (2019). Análisis de la concentración de mercado del sector de elaboración desustancias farmacéuticas en Ecuador: Período 2010-2017. *X-Pedientes Económicos*, 3(5):6–16. Disponible en: https://ojs.supercias.gob.ec/index.php/X-pedientes_Economicos/article/download/28/26

[54] Real López M. (2006). *Las transnacionales farmacéuticas y el mercado ecuatoriano*. Tesis Maestría en Relaciones Internacionales. Mención en Economía y Finanzas. Área de Estudios Sociales y Globales. Ecuador: Universidad Andina Simón Bolívar. Disponible en: http://hdl.handle.net/10644/2339

[55] Dehesa M. (2002). Control de calidad de los fitofármacos: Ecuador, uso y comercio de plantas medicinales. Situación actual y aspectos importantes para su conservación. *Universitas*, No 2 Disponible en: http://dx.doi.org/10.17163/uni.n2.2002.09

[56] Vargas-Chaves I. (2014). Análisis ético e implicaciones de la prolongación de los derechos de exclusividad sobre las invenciones farmacéuticas. *Rev Ju-*

rídicas, 11(2):129–147. Disponible en: http://190.15.17.25/juridicas/downloads/Juridicas11(2)_8.pdf

[57] ESPAE Graduate School of Management. (2018). Industria farmacéutica. En E*studios Industriales: Orientación estratégica para la toma de decisiones.* ESPOL.

[58] Agencia Nacional de Regulacion, Control y Vigilancia Sanitaria. (2017). Base Permiso de Funcionamiento. Control Sanitario. Disponible en: https://www.controlsanitario.gob.ec/emision-de-permisos-de-funcionamiento/

[59] Rengifo E. (2009). Legislación de Fitofármacos en el Perú. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, 8(1):58–62. Disponible en: https://www.redalyc.org/pdf/856/85680110.pdf

[60] García-González M., Cañigueral S. & Gupta M. (2004). Legislación en Iberoamérica sobre fitofármacos y productos naturales medicinales. *Revista de Fitoterapia*, 4(1):53-62. Disponible en: https://www.binasss.sa.cr/opac-ms/media/digitales/Legislaci%C3%B3n%20en%20Iberoam%C3%A9rica%20sobre%20fitof%C3%A1rmacos%20y%20productos%20naturales.pdf



Carrera de Biotecnología
Grupo de Investigación en Biotecnología Aplicada a los Recursos Naturales (BIOARN)
Grupo de Investigación y Desarrollo en Ciencias Aplicadas a los Recursos Biológicos (GIDCARB)

Ecuador es un país privilegiado por su riqueza en organismos vivos íntimamente relacionados con su alta biodiversidad. En los últimos 20 años, las universidades públicas y privadas, así como los institutos de investigación, han invertido en la formación de sus docentes-investigadores como en tecnología de última generación relacionada con este tema.

Este texto refleja los avances en la producción científica que se han generado en el país. Tres capítulos son revisiones exhaustivas del uso tradicional y el potencial de las plantas medicinales en problemas de salud y aplicaciones puntuales. Un capítulo analiza las plantas medicinales y sus metabolitos en una determinada área biogeográfica del Ecuador. Una revisión se centra en el aceite esencial de una especie nativa de elevado potencial bio-económico como la *Psidium guajava*. Dos estudios experimentales confirman la riqueza fitoquímica y el potencial medicinal de especies de nuestra biodiversidad como la Persea americana y Chuquiraga *jussiuei*. Y finalmente, un capítulo analiza la importancia del control en los productos naturales procesados con base en su calidad microbiológica y la relación con las correctas prácticas de manufactura.

Este texto confirma que Ecuador tiene mucho que mostrar al mundo de la ciencia.

Quím. Paco Noriega Msc. PhD





